

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 7 月 24 日 (24.07.2003)

PCT

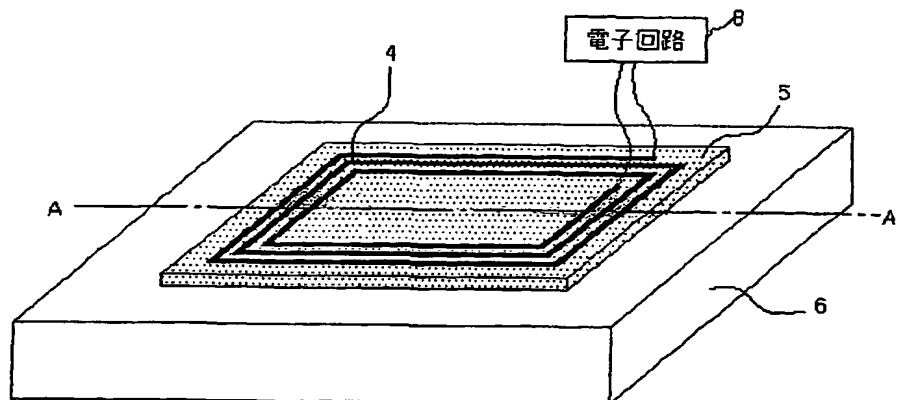
(10) 国際公開番号
WO 03/061069 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01Q 1/52 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 遠藤 貴則
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/00364 (ENDO, Takanori) [JP/JP]; 〒112-0002 東京都 文京区 小石川 1-1 2-1 4 三菱マテリアル株式会社 RFID 事業センター内 Tokyo (JP). 八幡 誠朗 (YAHATA, Seirou) [JP/JP]; 〒112-0002 東京都 文京区 小石川 1-1 2-1 4 三菱マテリアル株式会社 RFID 事業センター内 Tokyo (JP). 土田 隆 (TSUCHIDA, Takashi) [JP/JP]; 〒112-0002 東京都 文京区 小石川 1-1 2-1 4 三菱マテリアル株式会社 RFID 事業センター内 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 1 月 17 日 (17.01.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-8146 2002 年 1 月 17 日 (17.01.2002) JP
特願2002-280719 2002 年 9 月 26 日 (26.09.2002) JP
特願2003-765 2003 年 1 月 7 日 (07.01.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8117 東京都 千代田区 大手町一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒169-8925 東京都 新宿区 高田馬場三丁目 2 3 番 3 号 ORビル Tokyo (JP).
(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: ANTENNA FOR READER/WRITER AND READER/WRITER HAVING THE ANTENNA

(54) 発明の名称: リーダ/ライタ用アンテナ及び該アンテナを備えたリーダ/ライタ



8...ELECTRONIC CIRCUIT

(57) Abstract: An antenna comprises a soft magnetic member (5) and a conductive member (7). The soft magnetic member (5) is provided between an antenna coil (4) of one or more turns and a metal surface (6) of a conductive article such as a metal case on which the antenna is disposed, made of a composite material of an organic material and one of a metal granular powder, a metal flaky powder, and a granular powder of a ferrite, a ferrite, an amorphous foil, or a multilayer body of an amorphous foil, and having a thickness of 10 mm or less or a thickness satisfying a predetermined relation between the antenna area, the periphery length, and the permeability. The conductive member (7) has a resistivity of about $10 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ or less, preferably about $3 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ or less and a resistance of about 0.015Ω or less, preferably about 0.005Ω or less. The soft magnetic member (5) and the conductive member (7) block the magnetic flux entering the conductive article and suppress the influence. Thus an antenna used for a reader/writer of an RFID system and adapted to suppress the variation of the resonance frequency and the increase of the loss even if the antenna is disposed in contact with a conductive article such as a metal case.

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/061069 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

1 ターン以上のループで構成されるアンテナコイル4とアンテナコイル4を設置する金属ケース等の導電性物品の金属面6との間に、金属の粒状粉体又はフレーク、フェライトの粒状粉体と有機物の複合材、フェライト等、アモルファス箔又はアモルファス箔の積層材からなる10mm以下、又はアンテナ面積、周長、透磁率と所定の関係を満たす厚さの軟磁性材5や、固有抵抗が略 $10 \times 10^{-8} \Omega m$ 以下、好ましくは略 $3 \times 10^{-8} \Omega m$ 以下、抵抗が略0.015 Ω 以下、好ましくは略0.005 Ω 以下の導電材7を備えるものであり、軟磁性材や5導電材7により、導電性物品に侵入する磁束を遮断し、その影響を抑制する。

これにより、金属ケース等の導電性物品に接して設置される場合であっても共振周波数の変化や損失の増加を抑制することができるRFIDシステムのリーダー／ライタ用アンテナを提供する。

明 細 書

リーダ／ライタ用アンテナ及び該アンテナを備えたリーダ／ライタ

技術分野

本発明は、実装されたＩＣチップに対して非接触でデータの読み書きを行うことを特徴とするＲＦＩＤ（Radio Frequency Identification）システムのアンテナの構造に関し、特に、金属に近接して使用することができるリーダ／ライタ用アンテナの構造に関する。

背景技術

近年、ＩＣチップを備えたトランスポンダとリーダ／ライタ（又はリーダ）との間でデータの交信を行うＲＦＩＤシステムが普及している。このＲＦＩＤシステムは、トランスポンダ及びリーダ／ライタの各々に備えたアンテナを用いてデータの交信を行うため、トランスポンダをリーダ／ライタから数ｃｍ乃至数十ｃｍ離しても通信可能であり、また、汚れや静電気等に強いという長所から、工場の生産管理、物流の管理、入退室管理等の様々な分野に利用されるようになってきている。

このＲＦＩＤシステムのリーダ／ライタ及びトランスポンダに用いるアンテナとして、安価で優れた性能を有することから、従来は空芯のコイルが用いられていた。この空芯コイルのアンテナとしては、例えば、絶縁層で被覆された導線を渦巻き状に巻回してベース板に貼り付けて形成したものや、ベース板に堆積したアルミニウム箔や銅箔等の金属箔をエッチングにより除去して形成したもの等が知られている（特開平４－３２１１９０号公報等）。

しかしながら、上述した空芯コイルのアンテナでは、磁束がベース板を貫通する方向に生じるため、アンテナコイルを金属製の物品に密着させた場合、磁束がベース板を貫通して金属製の物品に到達し、これにより金属内に渦電流が発生し、アンテナコイルとコンデンサとで形成される共振回路の共振周波数が変化したり、損失が増加してしまうという問題がある。

特に、リーダ／ライタの場合はトランスポンダと異なり、リーダ／ライタを駆動する回路や制御回路、電源等の多くの電子回路が必要であり、これらの電子回路や該回路の保持部材には金属材料が多く含まれるため、リーダ／ライタ用アンテナはこれらの金属材料の影響を受けて共振周波数の変化や損失の増加が大きくなりやすい。このため、従来のリーダ／ライタでは、アンテナと電子回路とを別のケースに収め、その間をケーブルで接続するといった構造が用いている。

しかしながら、このような構造では、装置を持ち運ぶ度に電子回路のケースとアンテナのケースとを分断し、使用の度にケーブルで接続しなければならず、使用上不便である。また、持ち運ぶ場合には、ケースを鉄やアルミニウム、マグネシウム等の金属製とし、小型で強固なものとするのが望ましいが、空芯コイルのアンテナをケースに接して配置すると、共振周波数の変化や損失の増加は著しいものとなる。また、ケースがプラスチック製であっても、アルミニウム等の蒸着膜がある場合や、充填材または塗装層にアルミフレーク等の金属が含まれる場合にはコイルの損失が著しくなってしまう場合がある。

発明の開示

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その主たる目的は、金属ケース等の導電性物品に接して設置される場合であっても共振周波数の変化や損失の増加を抑制することができるRFID用アンテナ、特にリーダ／ライタ用アンテナを提供することにある。

上記目的を達成するため、本発明のリーダ／ライタ用アンテナは、非接触でデータの通信を行うRFIDシステムにおけるリーダ／ライタ用アンテナであって、1ターン以上のループで構成されるアンテナコイルの物品設置面側に、平板状の軟磁性材を設けたものである。

また、本発明のリーダ／ライタ用アンテナは、非接触でデータの通信を行うRFIDシステムにおけるリーダ／ライタ用アンテナであって、平面内で渦巻き状に巻回して構成されるアンテナコイルの物品設置面側に、平板状の軟磁性材を設けたものである。

本発明においては、前記アンテナコイルのアンテナ面に直交する方向から見て、

前記軟磁性材が前記アンテナコイルの一部と相重なるように形成され、前記アンテナコイルにより生じる磁束が、該アンテナコイルの中心軸に対して非対称に形成される構成とすることができる。

また、本発明のリーダ／ライタ用アンテナは、非接触でデータの通信を行うRFIDシステムにおけるリーダ／ライタ用アンテナであって、軟磁性材からなる平板状の磁芯に、該平板の表裏面を巻回するようにアンテナコイルを形成したものである。

また、本発明のリーダ／ライタ用アンテナは、非接触でデータの通信を行うRFIDシステムにおけるリーダ／ライタ用アンテナであって、軟磁性材からなる円柱状の磁芯に、該円柱の円周面を巻回するようにアンテナコイルを形成したものである。

本発明においては、前記軟磁性材又は前記平板状の磁芯の厚さが、10mm以下に設定され、又は、前記アンテナコイルの面積を S 、前記アンテナコイルの周長を L 、前記軟磁性材の透磁率を μ としたとき、前記軟磁性材又は前記平板状の磁芯の厚さ t が、 $S/L > t > S/(L \times \mu)$ の関係を満たすことが好ましい。

また、本発明においては、前記軟磁性材が、金属粉、前記金属粉を扁平化したフレーク又はフェライトの粒のいずれかと有機物との複合材よりなる構成とすることができ、前記金属粉が、カーボニル鉄粉、還元鉄粉、アトマイズ粉、又はアモルファス粉のいずれかからなり、前記金属粉又は前記フレークが、水アトマイズされた鉄基合金又は水アトマイズされた鉄基合金粉末を機械的に扁平化したフレークであり、前記複合材が、射出成形材、圧縮成形材、圧延材又は塗料の塗布材のいずれかであることが好ましい。

また、本発明においては、前記軟磁性材が、アモルファス合金、パーマロイ、電磁鋼、珪素鉄、センダスト合金、Fe-Al合金又は軟磁性フェライトのいずれかである構成、又は、アモルファス箔又はアモルファス箔の積層材からなる構成とすることもできる。

また、本発明においては、前記軟磁性材と前記物品との間に、非磁性で固有抵抗が略 $10 \times 10^{-8} \Omega m$ 以下、好ましくは略 $3 \times 10^{-8} \Omega m$ 以下の導電材が配設されている構成、又は、非磁性で長さ1cm、幅1cmの抵抗が略0.01

5 Ω 以下、好ましくは略 0. 0 0 5 Ω 以下の導電材が配設されている構成とすることができる。

また、本発明のリーダ／ライタは、上記リーダ／ライタ用アンテナを、非磁性で固有抵抗が略 $10 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ 以下の材料で形成したケース上に接して配置したものであり、前記ケースが、非磁性で長さ 1 cm、幅 1 cm の抵抗が略 0. 0 1 5 Ω 以下、好ましくは略 0. 0 0 5 Ω 以下の導電材よりなる構成とすることができる。

このように、本発明では、RFID 用アンテナ、特にリーダ／ライタ用アンテナのアンテナコイルと金属ケース等の導電性物品との間に、金属の粒状粉体またはフレーク、フェライトの粒状粉体と有機物の複合材、フェライト等、アモルファス箔またはアモルファス箔の積層材からなる軟磁性材を介在させることにより、アンテナコイルで発生する磁束を軟磁性材に通し、金属内で発生する渦電流による共振周波数の変化や損失の増加を抑制することができる。特に、フレークの配向方向を制御して形成した複合材を用いることにより、軟磁性材の厚みを薄くすることができ、アンテナコイルをケース表面等の金属の平板上に設置することが可能となる。

また、軟磁性材と金属面との間に所定の電気抵抗の導電材を挿入することにより、アンテナを設置する導電性物品の材料の差異によるインダクタンスや損失の変化を抑制することができ、どのような場所にアンテナコイルを設置する場合であっても、常に安定したアンテナ性能を得ることができる。

更に、リーダ／ライタの電子回路から種々の電波が漏洩しており、この漏洩電波がアンテナに入るとハウリング等の障害が発生するが、アンテナとケースの間に導電材を挿入し、又はケースを金属製とすることにより、電子回路からの漏洩電波を遮蔽することができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の RFID システムの構成を示す図である。

図 2 A および図 2 B は、本発明の第 1 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、軟磁性材のみを介在させた例を示す図である。

図 3 A および図 3 B は、本発明の第 1 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、軟磁性材及び導電材を介在させた例を示す図である。

図 4 A および図 4 B は、本発明のリーダ／ライタ用アンテナに適用する軟磁性材の構造を模式的に示す断面図である。

図 5 A～図 5 D は、本発明の第 1 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの他の構造を示す図である。

図 6 A および図 6 B は、本発明の第 1 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの設置位置を示す図である。

図 7 A および図 7 B は、本発明の第 2 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、軟磁性材及びスペーサを介在させた例を示す図である。

図 8 A および図 8 B は、本発明の第 2 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、軟磁性材、スペーサ及び導電材を介在させた例を示す図である。

図 9 A および図 9 B は、本発明の第 3 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、軟磁性材の周りにアンテナコイルを巻回した例を示す図である。

図 10 A および図 10 B は、本発明の第 3 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、軟磁性材の周りにアンテナコイルを巻回し、その下面に導電材を介在させた例を示す図である。

図 11 A および図 11 B は、本発明の第 3 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの設置位置を示す図である。

図 12 A および図 12 B は、本発明の第 4 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、円柱状の軟磁性材にアンテナコイルを巻回した例を示す図である。

図 13 A および図 13 B は、本発明の第 4 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、円柱状の軟磁性材下面に平板状の軟磁性材を介在させた構造を示す図である。

図 14 A および図 14 B は、本発明の第 4 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、円柱状の軟磁性材下面に平板状の軟磁性材及び導

電材を介在させた例を示す図である。

図 1 5 A および図 1 5 B は、従来の構造と軟磁性材を挟む本発明の構造における磁束の状態を示す図である。

図 1 6 A および図 1 6 B は、従来のリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明に係る R F I D 用リーダ／ライタアンテナは、その好ましい一実施の形態において、1 ターン以上のループで構成されるアンテナコイルと、アンテナコイルを設置する金属ケース等の導電性物品との間に、金属の粒状粉体またはフレーク、フェライトの粒状粉体と有機物の複合材、フェライト等、アモルファス箔またはアモルファス箔の積層材からなる、略 1 0 m m 以下の厚さの軟磁性材や、固有抵抗が略 $1 0 \times 1 0^{-8} \Omega m$ 以下、好ましくは略 $3 \times 1 0^{-8} \Omega m$ 以下、又は、長さ 1 c m、幅 1 c m の抵抗が略 0. 0 1 5 Ω 以下、好ましくは略 0. 0 0 5 Ω 以下の金属板等の導電材を備えるものであり、軟磁性材や導電材により、導電性物品に侵入する磁束を遮断し、その影響を抑制することができる。また、導電材により、リーダ／ライタの電子回路から漏洩する電波を有効に遮断することができる。

すなわち、図 2 A および図 2 B に示すように、薄い軟磁性材 5 と巻線よりなるアンテナコイル 4 とをケース等の金属面 6 に密着して配置する。このような使用形態であっても、軟磁性材 5 を介在させることにより、アンテナコイル 4 で発生する磁束 9 は軟磁性材 5 内を通過するため、ケースやその内部の電子回路等の影響を受けにくくすることができる。

更に、図 3 A および図 3 B に示すように、軟磁性材 5 とケース等の金属面 6 との間に、導電性のアルミ板、銅板等の所定の電気抵抗の導電材 7 を配置することにより、アンテナコイル 4 で発生する磁束を完全にシールドすることができ、金属面 6 の影響を確実に防止することができる。この導電性のアルミ板や銅板等の導電材 7 による損失の増加は微小であり、導電材 7 を含む状態で最適の共振周波数となる様に電子回路 8 のコンデンサの容量等を選定することにより、金属面 6

の材料の種別によらずリーダ／ライタ用アンテナコイルの性能を一定に保つことがことが可能となる。

また、ケース等の金属面 6 の材料としてアルミ板、マグネシウムダイカスト等の非磁性で、略 $10 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ 以下、好ましくは略 $3 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ 以下の固有抵抗を有する材料を用いた場合、又は、長さ 1 cm、幅 1 cm の抵抗が略 0.015 Ω 以下、好ましくは略 0.005 Ω 以下の材料を用いた場合は、これに接した状態で共振周波数を選定することにより導電材 7 を省略することもできる。

なお、トランスポンダ 2 の場合は単独で設置されるものであり、その設置場所も任意に選択することができるが、リーダ／ライタ 3 の場合は本体とアンテナとが対となって設置されるものであり、本体内の電子回路を保護するために通常、金属製のケースが用いられる場合が多いため、アンテナには金属の影響を防止する施策が必要である。また、RFID システム 1 の携帯性を重視する場合、そもそもトランスポンダ 2 は小型、薄型に形成されているが、リーダ／ライタ 3 は電子回路を組み込む必要上、本体のサイズ縮小には限界があり、アンテナをいかに設置するかが重要なポイントとなる。このようにトランスポンダ 2 とリーダ／ライタ 3 とは形態が異なるため両者を同一視することはできず、リーダ／ライタ用アンテナ特有の構造が必要となり、上記構造はこのようなリーダ／ライタ特有の問題点を考慮して案出されたものである。

上記した本発明の実施の形態についてさらに詳細に説明すべく、本発明の実施例について説明する。

[実施例 1]

まず、本発明の第 1 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナについて、図 1 A 乃至図 6 B を参照して説明する。図 1 は、本発明の RFID システムの構成を示す図であり、図 2 A ～ 図 3 B は、第 1 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図である。図 2 A および図 3 A は斜視図、図 2 B および図 3 B はその断面図である。また、図 4 A および図 4 B は、本実施例のリーダ／ライタ用アンテナに用いる軟磁性材の構造を模式的に示す断面図であり、図 5 A ～ 図 6 B は、本実施例のリーダ／ライタ用アンテナの他の構造を示す図である。

図1に示すように、RFIDシステム1は、リーダ／ライタ用アンテナを用いてデータの交信を行うリーダ／ライタ3（又はリーダ、以下、リーダ／ライタとして記述する。）と、ラベル型、シート型、スティック型等の種々の形状のトランスポンダ2（タグとも呼ばれる。）とからなり、リーダ／ライタ3には、送受信信号を変換するための通信回路や送受信信号をデコードするための演算処理回路等の電子回路が内蔵され、リーダ／ライタ用アンテナは、例えばこれらの電子回路を収納するケース等の金属面上に設置されている。なお、図1ではリーダ／ライタ用アンテナをわかりやすく示すためにリーダ／ライタ3表面の中央に大きく記載しているが、図の構成は例示であり、リーダ／ライタ用アンテナの大きさ、設置位置は任意であり、例えば、図6Aに示すように、リーダ／ライタ3の金属面の側面6bに設置してもよく、図6Bに示すように、リーダ／ライタ用アンテナが金属面からはみ出していてもよい。

図2Aおよび図2Bは、金属面上に設置されたリーダ／ライタ用アンテナの構成を示す図であり、両端が電子回路8に接続される巻線よりなるアンテナコイル4と金属面6との間には、所定の材料、製法で形成された軟磁性材5が配置されており、アンテナコイル4で発生する磁束は図2Bに示すように、軟磁性材5内部を通過し、金属面6内部にほとんど到達しないために、金属内で発生する渦電流に起因する共振周波数の変化や損失の増加を抑制することができる。

なお、図では、アンテナコイル4に接続される電子回路8と金属面6とを別々に記載しているが、金属面6は電子回路8を収納するリーダ／ライタ3のケース表面や、リーダ／ライタ3を内蔵する装置のケース表面であってもよい。また、図2Aおよび図2Bに示す金属面6は金属製ケース等の導電性部材の表面の一部を模式的に示したものであり、金属面6の厚さ、形状等は図の構成に限定されるものではない。この金属面6は、鉄、アルミニウム、マグネシウム等の任意の金属材料を含んでもよく、また、絶縁材料に金属の蒸着膜が形成された構造や、充填材や塗装層に金属材料が含まれる構造等であってもよい。

また、図では、矩形状のアンテナコイル4を3回巻回した構成としているが、アンテナコイル4の構造は図の構成に限定されず、金属面6に略平行な面内で渦巻き状に巻回される構造であればよく、そのサイズ、形状、巻き数、線幅等はリ

ーダ／ライタ 3'に要求される性能を勘案して適宜設定することができる。このアンテナコイル 4 を形成する方法としては、表面が絶縁層に被覆された導電材をベース板に貼り付けた構造や、絶縁フィルム等のベース板にアルミニウム箔や銅箔等の金属膜を形成し、エッチングや打ち抜き法等によって渦巻き状のコイルを形成する構造等の任意の手法を用いることができる。

また、軟磁性材 5 は、アモルファス合金、パーマロイ、電磁鋼、珪素鉄、センダスト合金、Fe-Al 合金又は軟磁性フェライトの急冷凝固材、鑄造材、圧延材、鍛造材又は焼結材や、アモルファス箔又はアモルファス箔の積層材や、金属粉、カーボニル鉄粉、還元鉄粉、アトマイズ粉（純鉄、Si、Cr、Al 等を含む鉄、パーマロイ、Co-Fe 等）、アモルファス粉（B、P、Si、Cr 等を含む鉄、Co、Ni を水アトマイズして製造したもの）等の粒状の粉体若しくはフレークとプラスチック、ゴム等の有機物との複合材、又は上記粉体若しくはフレークを含む塗料の塗膜であっても良い。

なお、通常の珪素鉄の珪素の含有量は 5 w % 以下で固有抵抗は $67 \times 10^{-8} \Omega m$ 以下である。珪素をそれ以上多くすれば固有抵抗が増し損失は少なくなるが、鑄造時の偏析、鍛造時の割れ、硬すぎて圧延できない等の問題を起こすためである。粉末を水アトマイズ法で製造すれば珪素を 6 w % 以上にしても微細な溶湯が急冷されるため偏析の問題はなく、組織が微細であるため脆くなく機械的に扁平化が可能である。扁平化はボールミル、アトライター等を用いて行う。珪素を増すと固有抵抗は増し損失は減り、また溶湯の粘性が減り水アトマイズにより微細な粉末を得やすくなる。15 w % を越えると飽和磁束密度が減る問題が生じる。従って、珪素の含有量は 6 w % から 15 w % の範囲が好ましい。

また、鉄基合金に含まれる各種金属材料の含有量は以下の点を留意して設定した。

Al ; 含有量が増えると固有抵抗を増す効果があるが溶湯の粘度を上げるので 1 w % 以下が好ましい、

Cu、Ni ; 含有量が増えるとヒステリシス損を少なくするが 3 w % を越えると飽和磁束密度が減少するため、3 w % 以下が好ましい、

Cr ; 含有量が増えると固有抵抗が増し損失を減少させる。また、耐高温酸化

性を向上させる効果がある。5 w %を越えると飽和磁束密度を減少させるため、5 w %以下が好ましい、

C o ; 含有量が増えると飽和磁束密度を向上させる。10 w %を越えると飽和磁束密度の向上はないため、10 w %以下が好ましい。

上記複合材を製造する方法としては、射出成形、塗布、圧縮成形、圧延等を用いることができる。射出成形又は圧縮成形により形成された軟磁性材5はフェライトにより形成されたものと比較して、強靱であるため薄くしても割れ難いという特徴がある。塗布の場合は、例えば、粒状粉体をアトラター、ボールミル、スタンプミル等で扁平化してフレークとした後、フレーク又は粒状粉体を含む塗料をフィルム上に塗布／乾燥を繰り返して形成することができ、その際、塗布中に磁場を印加することによりフレークを一定の方向に配向させることができ、特性を向上させることができる。

また、複合材におけるプラスチックとしては加工性の良い熱可塑性のプラスチックを用いたり、或いは耐熱性の良い熱硬化性のプラスチックを用いたりすることができ、また、絶縁性を有するアクリル、ポリエステル、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ポリスチレン、エポキシ等の樹脂を用いることもできる。

上記各種材料、製法は、リーダ／ライタ用アンテナコイルに求められる性能に応じて、適宜選択することができる。例えば、複合材の場合は、図4Aに示すような構造となり、プラスチック、ゴム等の樹脂バインダー11中に粉体、フレーク10が分散され、その粉体若しくはフレーク10が相互に絶縁されているため、軟磁性材5全体としては導電性を有せず、高周波の電波を受けても渦電流損失を減少させることができ、本発明の構造に用いる材料として望ましい。また、アモルファス箔の積層材の場合は、図4Bに示すようにアモルファス箔12と絶縁層13とが交互に積層された構造となり、製造が容易であるがアモルファス箔12での損失が大きいという問題がある。

ここで、複合材に分散される材料を粒状粉にした場合と、扁平粉（フレーク）にした場合の効果、及びフレークを分散する過程で磁場を印加して配向させた場合の効果について実験を行った。実験はアルミニウム板上に複合材からなる軟磁性材5を挟んで47 mm×17 mm、巻き数5のアンテナコイル4を置き、その

特性（インダクタンス L 及び Q ）を測定した。その結果を表1に示す。表1より、分散材をフレーク状にすることにより、広い周波数範囲にわたって、インダクタンスを向上させることができ、更に、分散に際して磁場を印加してフレーク10を配向することにより、13.56MHz近傍の周波数域で Q を著しく増加させることができ、図4Aに示すフレーク10を配向させた構造が最も特性的に優れていることが分かる。

表 1

周波数	フレーク				粒状粉	
	磁場あり		磁場なし		磁場なし	
(MHz)	$L(\mu H)$	Q	$L(\mu H)$	Q	$L(\mu H)$	Q
1	1.076	5.7	1.080	6.0	0.734	3.8
3	1.055	13.7	1.047	13.4	0.666	9.3
5	1.053	19.5	1.035	19.2	0.654	13.4
10	1.072	28.4	1.046	23.3	0.647	21.3
13.56	1.099	30.7	1.069	22.2	0.650	25.5
15	1.113	29.8	1.081	21.0	0.652	26.1
20	1.174	24.7	1.128	15.1	0.661	28.5

また、軟磁性材5の厚さとしては、アンテナコイル4で発生する磁束を有効に導くためにはある程度の厚さが必要であるが、アンテナコイル4を金属面6に設置した場合のアンテナコイル4の突出を抑制するためには薄い方が好ましく、厚さが10mmを越えるとアンテナが突出するため携帯用機器としては適当ではなくなる。一方、厚さ0.02mmより薄い磁芯は入手困難であり、入手できたとしても特性が不安定であり、また軟磁性材5を0.02mmとしてもアンテナ特性上も携帯の容易さも影響がない。以上を総合的に判断すると、軟磁性材5の厚さの範囲は、10mm以下、好ましくは0.02mm以上10mm以下が適当である。

また、軟磁性材 5 の厚さ (t) を、アンテナコイル 4 の面積 (S)、アンテナコイル 4 の周長 (L)、軟磁性材 5 の透磁率 (μ) を用いて規定することもできる。図面を参照して説明すると、図 1 5 A に示すように、アンテナコイル 4 が、周辺に導電材等の磁束の通過を妨げるものがない状態で単独に配置されている場合、磁束 9 の通過する面積で磁束間隔が最も狭い領域はアンテナコイル 4 の導体に囲まれている領域 (S) である。また、図 1 5 B に示すように、アンテナコイル 4 を金属面 6 等の導電材に平行に配置した場合の磁束 9 の通過する面積で磁束間隔が最も狭い領域は、アンテナコイル 4 の巻線と導電材 (金属面 6) の間の領域である。この領域は、アンテナコイル 4 と金属面 6 の間隔を t とするとアンテナコイル 4 の周長 $L \times t$ である。この面積がアンテナコイル 4 の面積 S 以上の場合は磁束は導電材があってもコイル単独の場合と同様に通過できる。即ち軟磁性材 5 がなくても差し支えない。ここで、軟磁性材 5 を用いる目的は、アンテナコイル 4 の金属面 6 からの突出を少なくし携帯を容易にすることであるので軟磁性材 5 の厚さがこれを越えれば軟磁性材 5 を用いるメリットがなくなる。従って、 $S > L \times t$ 、即ち、 $S / L > t$ でなければ軟磁性材 5 を用いる意味がない。

また、軟磁性材 5 を配置すると磁束 9 の通過する量は透磁率に比例する。換言すれば金属面 6 とアンテナコイル 4 との間の面積は実効的には $\mu \times L \times t$ となる。この実効的な面積が S より大きければ金属面 6 とアンテナコイル 4 の間を磁束 9 が容易に通過できる。従って、 $S < \mu \times L \times t$ 、即ち、 $t > S / (L \times \mu)$ であればよい。以上の結果より、軟磁性材 5 の厚さ t は、 $S / L > t > S / (L \times \mu)$ の範囲であることが好ましいと言える。

このような材料、製法、厚さで形成された軟磁性材 5 をアンテナコイル 4 と金属面 6 との間に介在させることにより、金属面 6 で発生する渦電流の影響を抑制することができ、リーダ／ライタ用アンテナを金属製のケース上に直接配置することもでき、設計の自由度を広げることができる。

また、アンテナがどのような材料の金属面 6 上に配置されるかが不明の場合には、例えば、図 3 A および図 3 B に示すように、軟磁性材 5 と金属面 6 との間に所定の材料、厚さの導電材 7 を介在させることにより、アンテナコイル 4 で発生する磁束 9 が軟磁性材 5 を貫通した場合であっても導電材 7 で留めることができ、

下面の金属面 6 の影響を確実に防止することができる。

具体的に説明すると、アンテナコイル 4 が設置される金属面 6 の材料が明確な場合は、金属面 6 の影響を予め見積もることができるが、その材料が不明の場合は材料によって受ける影響が異なる。ここで、アンテナの最適の Q は電気回路の設計により決定され、Q は導線を細くする等により容易に低くすることはできるが、Q を高くすることは困難である。従って、金属面 6 を構成する金属材料が不明な場合は Q の変化が大きく最適値に調整できない場合がある。そこで、予め軟磁性材 5 の下層に導電材 7 を介在させておけば、金属面 6 の材料如何に関わらず Q を所定の範囲内に留めることができ、Q を最適値に設定することが可能となる。

この場合、導電材 7 としては磁束を確実に遮断し、かつ導電材 7 による Q の損失を調整範囲内に収める必要から電気抵抗を所定の値に設定する必要がある。そこで、本願発明者は厚さ $7\ \mu\text{m}$ の箔を用いた試料の固有抵抗 r を変化させた時のアンテナコイルの Q の変化量を計算した。その結果を表 2 に示す。

表 2

$r (\times 10^{-8} \Omega \text{ cm})$	Q
1.6	13.65
2.4	11.95
5	8.573
6	7.768
7	7.121
8	6.593
9	6.156
10	5.79
15	4.64
20	4.095
25	3.84
30	3.743
35	3.741

ここで、共振時のLまたはCの電圧は電源電圧のQ値となるため、Q値はある程度の値が必要であり、少なくとも5以上、多くの場合10以上必要である。このためQ値が5以下のアンテナを使用できることはなく、10以上あれば多くのアンテナで使用可能である。そしてQ値を5以上、好ましくは10以上とするには、表2より、厚さ7 μm の箔を用いた場合、固有抵抗としては略 $10 \times 10^{-8} \Omega \text{ cm}$ 以下、好ましくは略 $3 \times 10^{-8} \Omega \text{ cm}$ 以下であることが必要であると判断できる。この抵抗条件を満足する金属としては、純銅、アルミニウム、黄銅、アルミ青銅、洋銀、チタン、SUS304、インコネル等があり、これらの材料を用いて導電材7を形成することにより、Qの損失を抑制しつつ金属面6の影響を完全に防止することが可能となる。逆に、金属面6が上記条件を満足する材料で構成されている場合は、導電材7を省略することができる。

表2では、厚さ7 μm の箔を用いた場合の好ましい固有抵抗について議論した

が、箔の厚さが厚くなれば導電材 7 の抵抗は低減し、Q の損失も小さくなる。表 3 は、表 2 の箔の膜厚を変化させたときの長さ 1 c m、幅 1 c m の長さ方向の抵抗 (Ω) を示しており、表 3 より、箔の厚さが変われば固有抵抗の好ましい範囲は変化する。すなわち、箔が厚くなれば固有抵抗の上限値は高くなる。

表 3

材料の 固有抵抗 $\times E-8 \Omega m$	導体厚さ(μm)							
	7	30	50	100	200	300	400	500
1.6	0.0020	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.4	0.0030	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0070	0.0020	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0090	0.0020	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0100	0.0020	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0110	0.0030	0.0020	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0130	0.0030	0.0020	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0140	0.0030	0.0020	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0210	0.0050	0.0030	0.0020	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000
20	0.0290	0.0070	0.0040	0.0020	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
25	0.0360	0.0080	0.0050	0.0030	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010
30	0.0430	0.0100	0.0060	0.0030	0.0020	0.0010	0.0010	0.0010
35	0.0500	0.0120	0.0070	0.0040	0.0020	0.0010	0.0010	0.0010
40	0.0570	0.0130	0.0080	0.0040	0.0020	0.0010	0.0010	0.0010
50	0.0710	0.0170	0.0100	0.0050	0.0030	0.0020	0.0010	0.0010
60	0.0860	0.0200	0.0120	0.0060	0.0030	0.0020	0.0020	0.0010
70	0.1000	0.0230	0.0140	0.0070	0.0040	0.0020	0.0020	0.0010
80	0.1140	0.0270	0.0160	0.0080	0.0040	0.0030	0.0020	0.0020
90	0.1290	0.0300	0.0180	0.0090	0.0050	0.0030	0.0020	0.0020
100	0.1430	0.0330	0.0200	0.0100	0.0050	0.0030	0.0030	0.0020
150	0.2160	0.0500	0.0300	0.0150	0.0080	0.0050	0.0040	0.0030
200	0.2180	0.0670	0.0400	0.0200	0.0100	0.0070	0.0050	0.0040

そこで、上記各々の材料について厚さを変えたときの抵抗（幅 1 c m、長さ 1 c m の試料の長さ方向の抵抗）と Q を測定した。その結果を表 4 に示す。また、各々の材料の固有抵抗と組成を表 5 に示す。

表 4

導電材 種類	導電材の厚さ (μm)									
	7		30		50		100		200	
	抵抗	Q	抵抗	Q	抵抗	Q	抵抗	Q	抵抗	Q
純銅	0.0023	13.7	0.0005	14.5	0.0003	14.8	0.0002	15.1	8E-05	15.4
アルミ	0.0034	12	0.0008	13.9	0.0005	14.4	0.0002	15	0.0001	15.4
黄銅	0.0069	6.2	0.0021	12.6	0.0012	13.1	0.0006	14	0.0003	14.8
アルミ青銅	0.0143	4.5	0.0033	11.5	0.001	15.5	0.001	15.6	0.0005	14.5
洋銀	0.0274	3.9	0.0064	7.3	0.0038	9.9	0.0019	12.3	0.001	14
チタン	0.0686	3.8	0.016	4.8	0.0098	5.9	0.0048	8.2	0.0024	13.6
SUS304	0.1	3.8	0.0233	4	0.014	4.9	0.007	7.2	0.0035	12
インコネル	0.1471	3.8	0.0343	3.9	0.0206	4	0.0103	4.9	0.0052	8.6

抵抗は幅 1 cm、長さ 1 cm の導電材の長さ方向の抵抗 (Ω)



 Q が 10 以上の範囲
 Q が 5 以上の範囲

表 5

	固有抵抗 ($\times 10^{-8} \Omega\text{m}$)	組成
純銅	1.6	Cu
アルミ	2.4	Al
黄銅	6.2	30%Zn 残 Cu
アルミ青銅	10	5%Al 残 Cu
洋銀	19.2	20%Zn-15%Ni 残 Cu
チタン	48	Ti
SUS304	70	18%Cr-8%Ni 残 Fe
インコネル	103	16%Cr-6%Fe 残 Ni

表 4 より、導電材 7 の厚さが厚く、すなわち抵抗が小さくなるに従って Q は大きくなり、金属面 6 の影響を抑制する効果が大きくなることがわかる。ここで、Q を 5 以上（表の網掛け部）とするには、上記幅 1 cm、長さ 1 cm の長さ方向の抵抗はアルミ青銅の 0.0143 から判断して略 0.015 Ω 以下であればよく、更に、Q を 10 以上（表の太枠内）とするには上記抵抗は SUS 304 の 0.0035、アルミの 0.0034、アルミ青銅の 0.0033 から総合的に判断して略 0.005 Ω 以下であればよいことが分かる。

以上説明した構造の効果を確認するために、軟磁性材 5 を介在させた図 2 の構造、及び軟磁性材 5 と導電材 7 とを介在させた図 3 の構造のリーダー／ライター用アンテナを製作し、コイルのみのインダクタンス及び Q、アルミ板、鉄板、ステンレス板上に各々設置した場合のインダクタンス及び Q を測定した。また、比較のために軟磁性材 5 及び導電材 7 を介在させない従来構造のアンテナコイルでも同様に測定した。その結果を表 6 及び表 7 に示す。

表 6

					コイルのみ		アルミ板上		鉄板上		ステンレス板上	
	分類	偏芯	導電材	図	L(μH)	Q	L(μH)	Q	L(μH)	Q	L(μH)	Q
比較例	空芯		なし	11	4.90	98	1.55	23.2	1.92	5.0	1.63	11.9
実施例 1	空芯 磁性板	なし	なし	2	7.19	75	6.28	61.1	6.54	42.2	6.46	57.7
	空芯 磁性板	なし	あり	3	6.26	62	6.21	63.1	6.52	60.2	6.13	59.9
	空芯 磁性板	あり	なし	5	6.92	62	6.01	63.3	6.27	60.5	6.20	60.2
実施例 2	空芯 磁性板	あり	あり	6	6.00	63	5.95	63.5	6.25	60.8	5.86	60.5
	巻線形		なし	7	6.39	99	5.69	74.0	5.65	28.8	5.72	55.8
実施例 3	巻線形		あり	8	5.45	74	5.79	71.7	5.59	74.1	5.64	74.1

表 7

	分類	偏芯	導電材	コイルのみ	アルミ板上	鉄板上	ステンレス板上
比較例	空芯		なし	○	×	×	×
実施例 1	空芯 磁性板	なし	なし	○	△	△	△
	空芯 磁性板	なし	あり	○	○	○	○
実施例 2	空芯 磁性板	あり	なし	○	△	△	△
	空芯 磁性板	あり	あり	○	○	○	○
実施例 3	巻線形		なし	○	△	△	△
	巻線形		あり	○	○	○	○

表 6 及び表 7 より、コイルのみで測定した場合、軟磁性材 5 を介在させることにより渦電流の発生が抑制されてインダクタンスが増加していることが分かる。また、各々の金属板上に設置した場合は、比較例の従来構造ではインダクタンスが著しく低下しているのに対して、軟磁性材 5 を介在させた本実施例の構造ではインダクタンスの減少は少なく、また、Q の変化量も少ないことが分かる。

更に、導電材 7 を介在させることにより、インダクタンスは多少低下するもの

の、Qの変化は下地の金属面6の材料によらずほぼ一定であり、アンテナコイル4を設置する金属面6がどのような材料であっても、Qを調整可能な範囲に抑えることができることが分かる。

なお、図1乃至図3Bでは、平面状の金属面6上にリーダ／ライタ用アンテナを設置する構造について記載したが、リーダ／ライタ用アンテナが金属面6から突出すると不都合が生じる場合には、図5Aおよび図5Bに示すように金属面6に予め凹部を形成しておき、その凹部にリーダ／ライタ用アンテナを設置して突出を防止することもできる。また、図5Cに示すように、リーダ／ライタ用アンテナ表面に保護シート15を被せてアンテナを保護する構成とすることもできる。更に、図5Dに示すように、リーダ／ライタ用アンテナに取り付けられる導電材7を金属面6に接合し、導電材7をケースの一部として使用することもできる。

[実施例2]

次に、本発明の第2の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナについて、図7A～図8Bを参照して説明する。図7A～図8Bは、第2の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図である。なお、本実施例は軟磁性材をアンテナコイルと金属面との間の一部に配置したことを特徴とするものであり、その他の構造、材料、製法等は前記した第1の実施例と同様である。

図7Aおよび図7Bに示すように、本実施例のリーダ／ライタ用アンテナは、アンテナコイル4と金属面6との間の一部に、第1の実施例で示した材料、製法で形成された軟磁性材5が配設され、他の部分には厚さを調整するためのスペーサ14が配設されている。このような構造では、アンテナコイル4で発生する磁束9の対称性が崩れ、磁束9は図7Bに示すように、軟磁性材5が配設された部分（図の右側）で大きく、かつ、軟磁性材5内部を通過した後、斜め方向に広がっていく。従って、軟磁性材5の配設位置や面積を調整することにより、磁束9の広がり方を制御することができ、例えば、アンテナ設置面に対して所定の角度でトランスポンダ2を近づける場合などでは、リーダ／ライタ3とトランスポンダ2との交信状態を良好に保つことができる。

なお、スペーサ14は磁性を有さない材料又は磁性体5と磁気的特性が異なる

材料であればよく、プラスチック、ゴム等の有機物を用いることができる。また、図 8 に示すように、軟磁性材 5 及びスペーサ 14 と金属面 6 との間に第 1 の実施例で示した導電材 7 を配設してもよく、特に、スペーサ 14 として磁束 9 を透過する材料を用いる場合には、金属面 6 の影響を抑制し、金属面 6 の材料の違いによるインダクタンスや Q の変化を抑える効果が得られる。

なお、図では、軟磁性材 5 とスペーサ 14 とを明確に区別して配置しているが、例えば、複合材に分散される粒状粉体やフレークの含有量を調整し、軟磁性材 5 の磁性を徐々に変化させる構造とすることもでき、このような構造によっても、磁束 9 の広がり方を制御することができる。

上記アンテナの効果を確認するために、軟磁性材 5 及びスペーサ 14 を介在させた図 7 の構造、及びその下層に導電材 7 を介在させた図 8 A および図 8 B の構造のリーダ／ライタ用アンテナを製作し、第 1 の実施例と同様に、コイルのみのインダクタンス及び Q と、アルミ板、鉄板、ステンレス板上に各々設置した場合のインダクタンス及び Q を測定した。その結果を前述した表 6 及び表 7（実施例 2 の欄）に示す。

表 6 及び表 7 より、第 1 の実施例と同様に、軟磁性材 5 又は導電材 7 を介在させることにより、比較例よりインダクタンスを大きくできることが分かる。また、各々の金属板上に設置した場合のインダクタンス及び Q の変化量は小さく、アンテナコイル 4 を設置する金属面 6 がどのような材料であっても良好なアンテナ性能を維持できることが分かる。なお、本実施例では軟磁性材 5 とスペーサ 14 の大きさを略等しく設定しているにも関わらず、インダクタンス及び Q の値は第 1 の実施例とそれほど変わらず、軟磁性材 5 をアンテナ面の一部に配設するだけでも十分な効果が得られることが分かる。

[実施例 3]

次に、本発明の第 3 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナについて、図 9 A ～図 11 B を参照して説明する。図 9 A ～図 10 B は、第 3 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図であり、図 11 A および図 11 B は、リーダ／ライタ用アンテナの設置位置を示す図である。なお、本実施例はアンテナ

コイルを軟磁性材の周りに巻回することを特徴とするものであり、その他の構造、材料、製法等は前記した第1及び第2の実施例と同様である。

図9に示すように、本実施例のリーダ／ライタ用アンテナは、平板状の軟磁性材5を金属面6に略平行に設置し、その軟磁性材5を磁芯としてその周りにアンテナコイル4を巻回するものであり、このような構造では、アンテナコイル4を立体的に巻回するためにアンテナコイル4の突出量が大きくなるが、アンテナコイル4内の磁束9を金属面6と略平行にすることにより、金属面6の影響を受けにくくすることができ、また、巻き数を多くすることによってアンテナコイル4の性能を容易に向上させることができる。

また、図10Aおよび図10Bに示すように、アンテナコイル4と金属面6との間に、第1及び第2の実施例で示した導電材7を配設してもよく、導電材7により更に金属面6の影響を抑制することができ、大きなQを得ることができる。

上記アンテナの効果を確認するために、軟磁性材5にアンテナコイル4を巻回した図9の構造、及びその下層に導電材7を介在させた図10Aおよび図10Bの構造のリーダ／ライタ用アンテナを製作し、第1及び第2の実施例と同様に、コイルのみのインダクタンス及びQと、アルミ板、鉄板、ステンレス板上に各々設置した場合のインダクタンス及びQを測定した。その結果を前述した表6及び表7（実施例3の欄）に示す。

表6及び表7より、第1及び第2の実施例と同様に、軟磁性材5又は導電材7を介在させることにより、比較例に比べてインダクタンス及びQを大きくすることができ、特に、導電材7を配設した構造では、金属面6の影響を受けにくく、第1及び第2の実施例よりも大きなQを得ることができる。

なお、本実施例のリーダ／ライタ用アンテナの構造の場合、図9A～図10Bに示すようにアンテナコイル4の磁束9は金属面6に平行な方向に向いているため、トランスポンダ2は、金属面6の法線方向からではなく磁束9の方向から近づけた方がよい場合もある。その場合には、図11Aおよび図11Bに示すように、軟磁性材5の磁束通過面を金属面の側面6b側に寄せて設置し、トランスポンダ2を側面6b側から近づけて使用すればよい。

〔実施例 4〕

次に、本発明の第 4 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナについて、図 1 2 A～図 1 4 B を参照して説明する。図 1 2 A～図 1 4 B は、第 4 の実施例に係るリーダ／ライタ用アンテナの構造を示す図である。なお、本実施例はアンテナ面が金属面と略平行となるように、アンテナコイルを円柱状の軟磁性材の周りに巻回することを特徴とするものであり、その他の構造、材料、製法等は前記した第 1 乃至第 3 の実施例と同様である。

図 1 2 A および図 1 2 B に示すように、本実施例のリーダ／ライタ用アンテナは、その底面が金属面 6 と略平行な円柱状の軟磁性材 5 a を磁芯としてその周りにアンテナコイル 4 を巻回するものであり、このような構造では、アンテナコイル 4 を立体的に巻回するためにアンテナコイル 4 の突出量が大きくなるが、第 3 の実施例の構造と同様に巻き数を多くすることによってアンテナコイル 4 の性能を容易に向上させることができ、また、第 3 の実施例よりもアンテナの面積を大きくすることができるという特徴がある。

また、図 1 3 A および図 1 3 B に示すように、アンテナコイル 4 を巻回した軟磁性材 5 a と金属面 6 との間に、更に平板状の軟磁性材 5 b を配設したり、また、図 1 4 A および図 1 4 B に示すように、軟磁性材 5 b と金属面 6 との間に導電材 7 を配設してもよく、軟磁性材 5 b や導電材 7 により金属面 6 の影響を抑制することができる。

なお、上記各実施例では、リーダ／ライタ用のアンテナについて記載したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、金属ケース等の導電性の物品に近接して設置されるトランスポンダ用アンテナに適用することもできる。

産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明のリーダ／ライタ用アンテナによれば、下記記載の効果を奏する。

本発明の第 1 の効果は、金属面上にアンテナコイルを配置する場合であっても金属面の影響を抑制し、大きなインダクタンス及び Q を得ることができるということである。

その理由は、アンテナコイルと金属面との間に軟磁性材を介在させて、アンテナコイルで発生する磁束を軟磁性材内を通過させ、金属内で発生する渦電流の影響を抑制することができるからである。また、軟磁性材と金属面との間に、所定の固有抵抗の導電材を介在させることにより、磁束を確実にカットすることができるからである。

また、本発明の第2の効果は、アンテナコイルを設置する機器内の電子回路の影響を受けにくくすることができるということである。

その理由は、リーダ／ライタの電子回路から種々の電波が漏洩しており、この漏洩電波がアンテナに入るとハウリング等の障害が発生するが、アンテナとケースの間に導電材を挿入したり、ケースを金属製とすることにより、電子回路からの漏洩電波を遮蔽することができるからである。

また、本発明の第3の効果は、リーダ／ライタのケース等の平板状の金属面上にアンテナコイルを直に設置することが可能となり、装置設計の自由度を広げることができるということである。

その理由は、軟磁性材として粒状粉体やフレークを有機物に分散させた複合材を用いることにより、軟磁性材の厚さを薄くすることができるからであり、特に、複合材の製造時に磁場を印加してフレークを配向させた構造では、軟磁性材を数mm以下にしても所望の性能をえることができ、アンテナ部分の突出を抑えることができるからである。

請求の範囲

1. 非接触でデータの通信を行うRFIDシステムにおけるリーダ／ライタ用アンテナであって、

1ターン以上のループで構成されるアンテナコイルの物品設置面側に、平板状の軟磁性材を設けたことを特徴とするリーダ／ライタ用アンテナ。

2. 非接触でデータの通信を行うRFIDシステムにおけるリーダ／ライタ用アンテナであって、

平面内で渦巻き状に巻回して構成されるアンテナコイルの物品設置面側に、平板状の軟磁性材を設けたことを特徴とするリーダ／ライタ用アンテナ。

3. 前記アンテナコイルのアンテナ面に直交する方向から見て、前記軟磁性材が前記アンテナコイルの一部と相重なるように形成され、前記アンテナコイルにより生じる磁束が、該アンテナコイルの中心軸に対して非対称に形成されることを特徴とする請求項1又は2に記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

4. 非接触でデータの通信を行うRFIDシステムにおけるリーダ／ライタ用アンテナであって、

軟磁性材からなる平板状の磁芯に、該平板の表裏面を巻回するようにアンテナコイルを形成したことを特徴とするリーダ／ライタ用アンテナ。

5. 非接触でデータの通信を行うRFIDシステムにおけるリーダ／ライタ用アンテナであって、

軟磁性材からなる円柱状の磁芯に、該円柱の円周面を巻回するようにアンテナコイルを形成したことを特徴とするリーダ／ライタ用アンテナ。

6. 前記アンテナコイルの物品設置面側に、更に平板状の軟磁性材を設けたことを特徴とする請求項4又は5に記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

7. 前記軟磁性材又は前記平板状の磁芯の厚さが、略10mm以下に設定されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかーに記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

8. 前記アンテナコイルの面積を S 、前記アンテナコイルの周長を L 、前記軟磁性材の透磁率を μ としたとき、前記軟磁性材又は前記平板状の磁芯の厚さ t が、 $S/L > t > S/(L \times \mu)$

の関係を満たすことを特徴とする請求項1に記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

9. 前記軟磁性材が、金属粉、前記金属粉を扁平化したフレーク又はフェライトの粒のいずれかと有機物との複合材よりなることを特徴とする請求項1に記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

10. 前記金属粉が、カーボニル鉄粉、還元鉄粉、アトマイズ粉、又はアモルファス粉のいずれかであることを特徴とする請求項9に記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

11. 前記金属粉又は前記フレークが、水アトマイズされた鉄基合金又は水アトマイズされた鉄基合金粉末を機械的に扁平化したフレークであることを特徴とする請求項9に記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

12. 前記鉄基合金が略6w%～15w%の珪素を含むことを特徴とする請求項11に記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

13. 前記鉄基合金が略6w%～15w%の珪素の他、略1w%以下のアルミ、略3w%以下の銅又はニッケル、略5w%以下のクロム、略10w%以下のコバルトのいずれか又は複数を含むことを特徴とする請求項11に記載のリーダ／ライタ用アンテナ。

14. 前記複合材が、射出成形材、圧縮成形材、圧延材又は塗料の塗布材のいずれかであることを特徴とする請求項9に記載のリーダー/ライター用アンテナ。

15. 前記軟磁性材が、アモルファス合金、パーマロイ、電磁鋼、珪素鉄、センダスト合金、Fe-Al合金又は軟磁性フェライトのいずれかであることを特徴とする請求項1に記載のリーダー/ライター用アンテナ。

16. 前記軟磁性材が、アモルファス箔又はアモルファス箔の積層材であることを特徴とする請求項1に記載のリーダー/ライター用アンテナ。

17. 前記軟磁性材と前記物品との間に、非磁性で固有抵抗が略 $10 \times 10^{-8} \Omega m$ 以下、好ましくは略 $3 \times 10^{-8} \Omega m$ 以下の導電材が配設されていることを特徴とする請求項1に記載のリーダー/ライター用アンテナ。

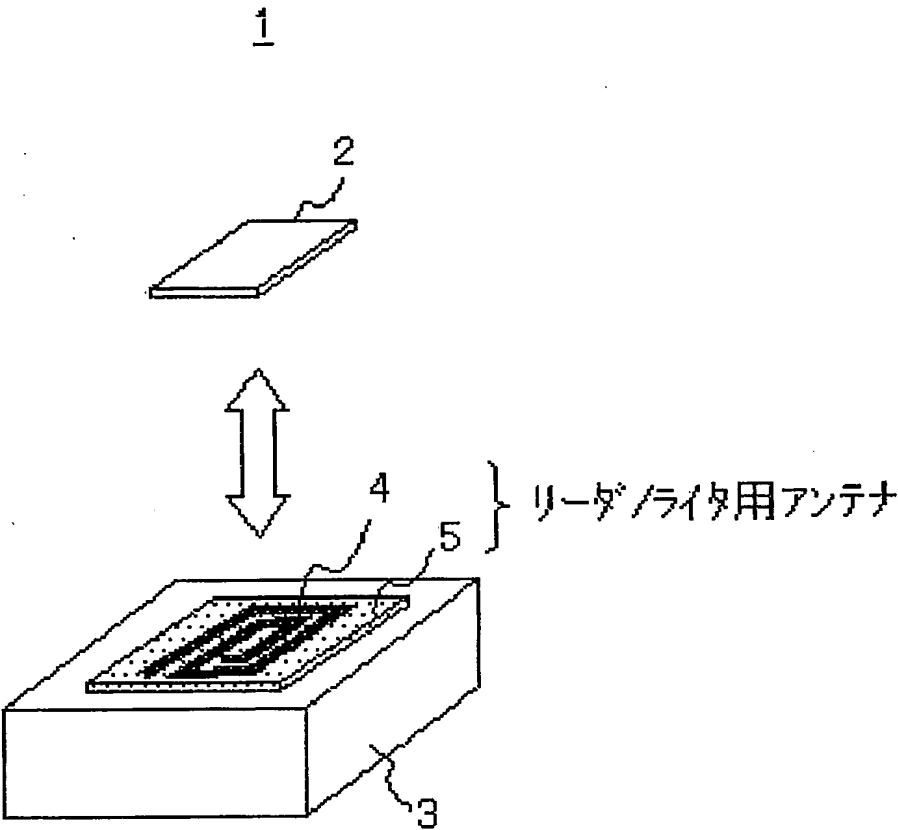
18. 前記軟磁性材と前記物品との間に、非磁性で長さ1cm、幅1cmの抵抗が略 0.015Ω 以下、好ましくは略 0.005Ω 以下の導電材が配設されていることを特徴とする請求項1に記載のリーダー/ライター用アンテナ。

19. 前記物品が金属又は金属含有物品であることを特徴とする請求項1に記載のリーダー/ライター用アンテナ。

20. 請求項1乃至19のいずれかーに記載のリーダー/ライター用アンテナを、非磁性で固有抵抗が略 $10 \times 10^{-8} \Omega m$ 以下の材料で形成したケース上に接して配置したことを特徴とするリーダー/ライター。

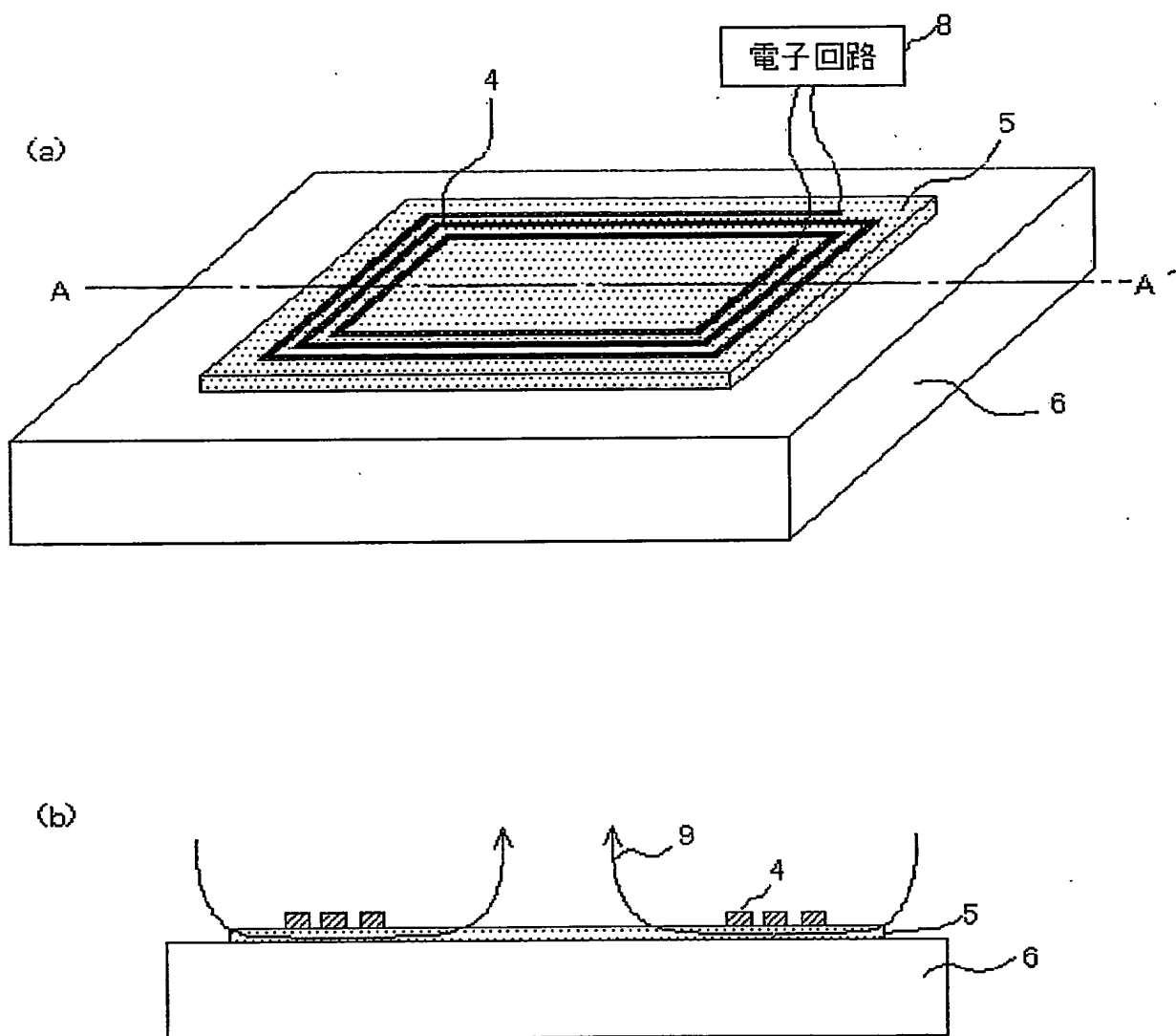
21. 前記ケースが、非磁性で長さ1cm、幅1cmの抵抗が略 0.015Ω 以下、好ましくは略 0.005Ω 以下の導電材よりなることを特徴とする請求項20に記載のリーダー/ライター。

図 1



2/16

図 2



3/16

図 3

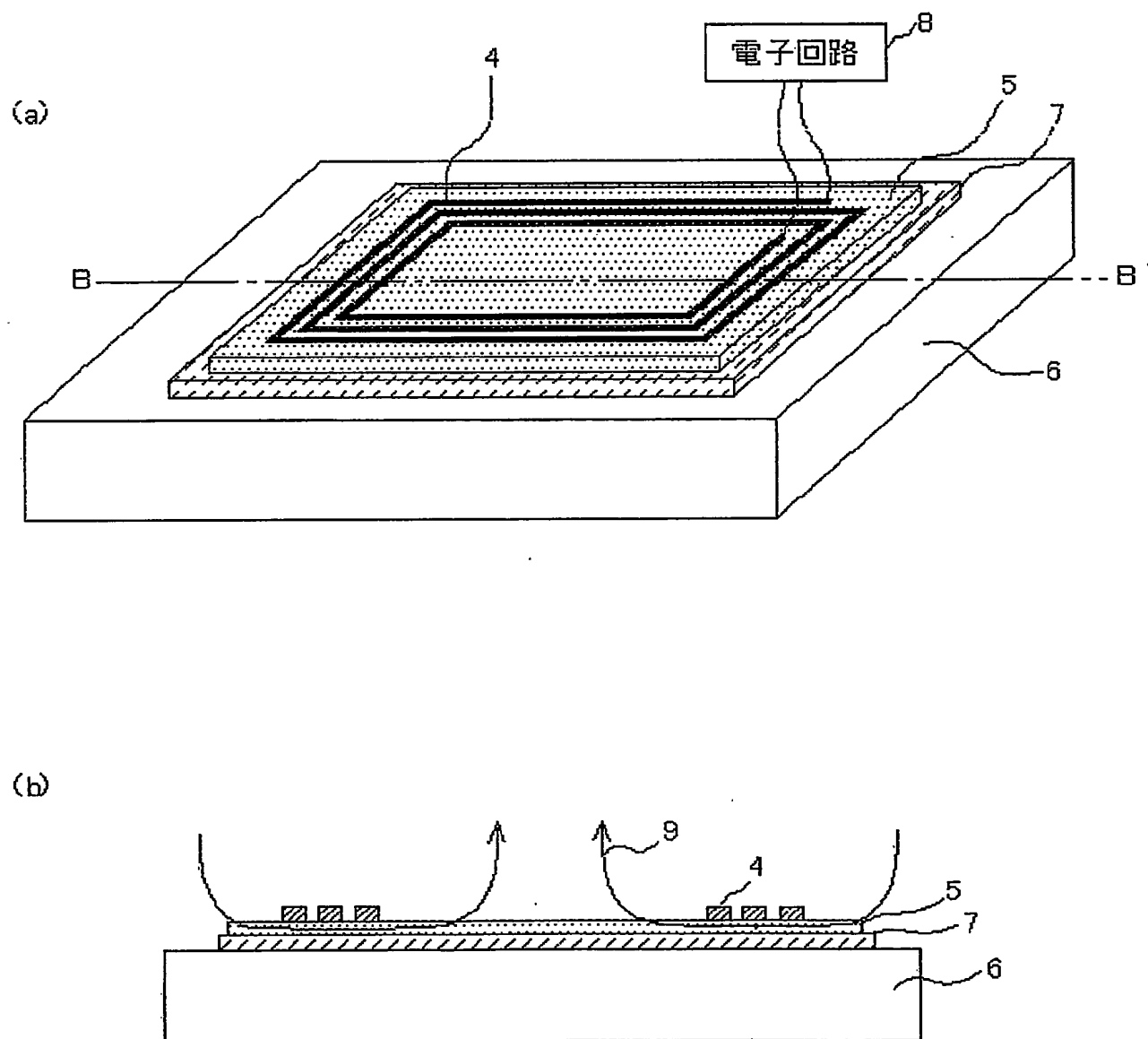
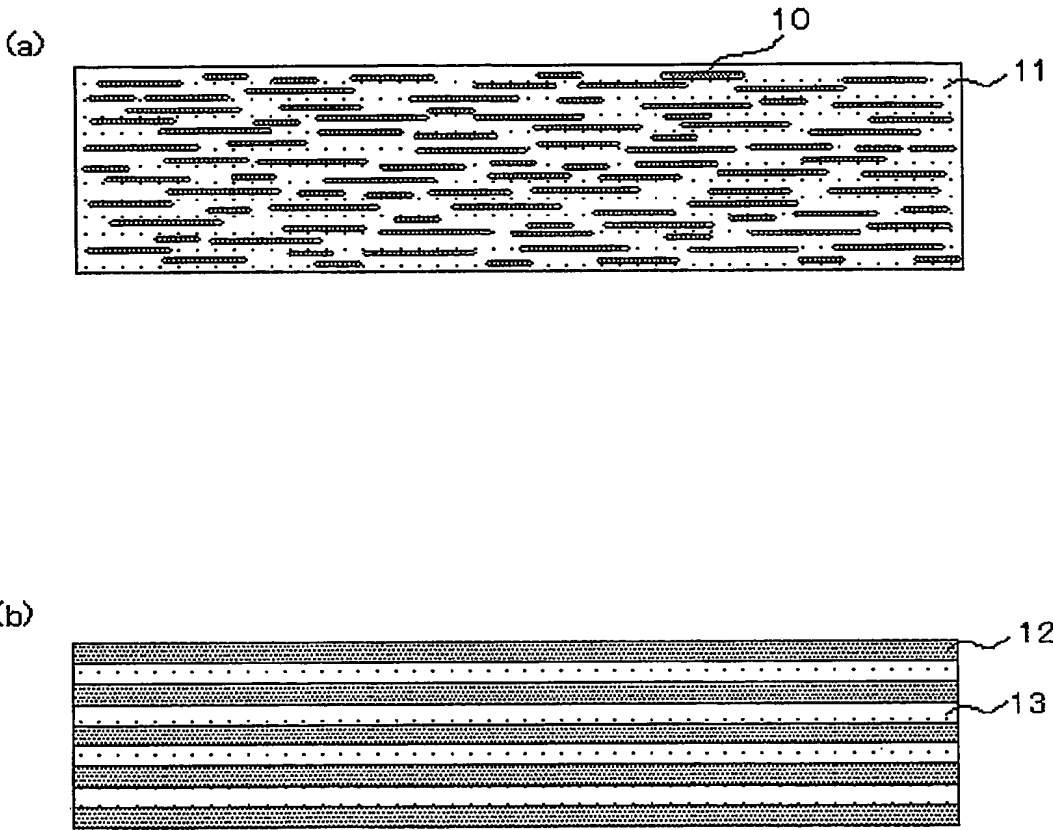


図 4



5/16

図 5

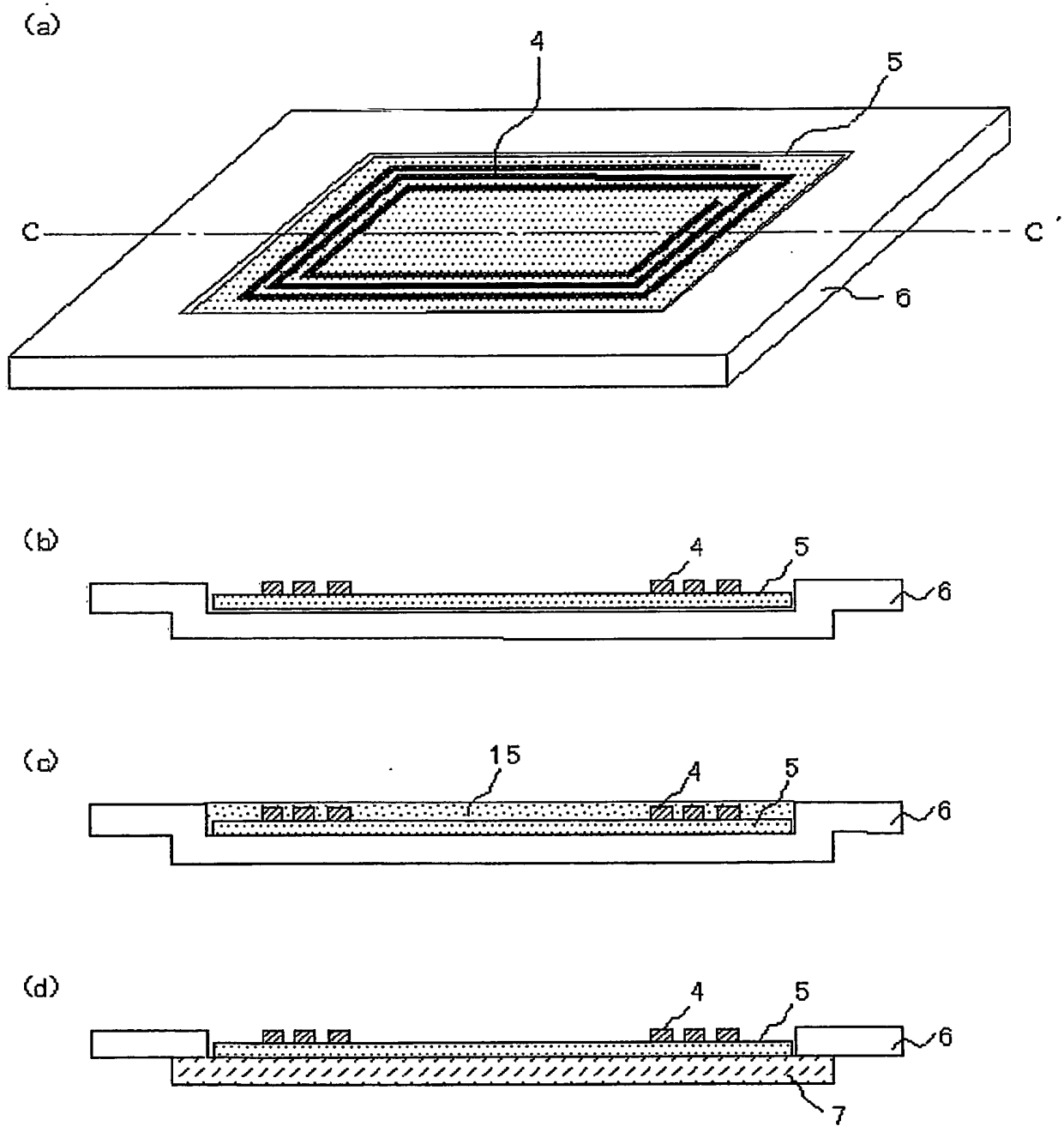
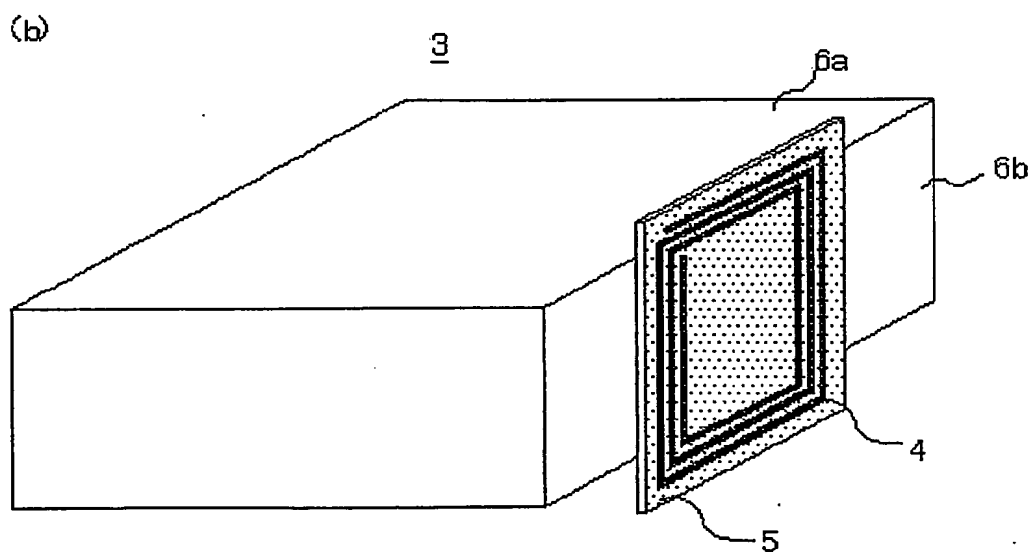
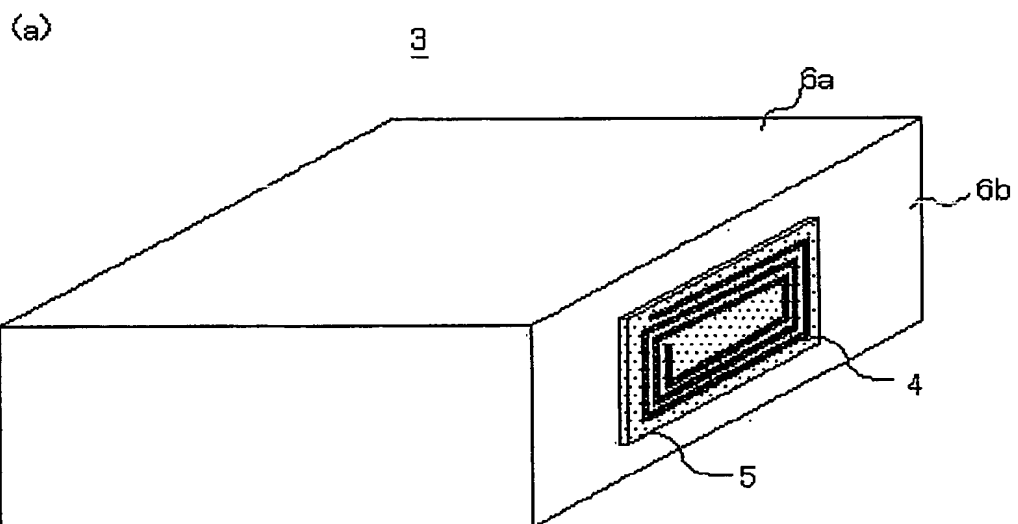


図 6



7/16

図 7

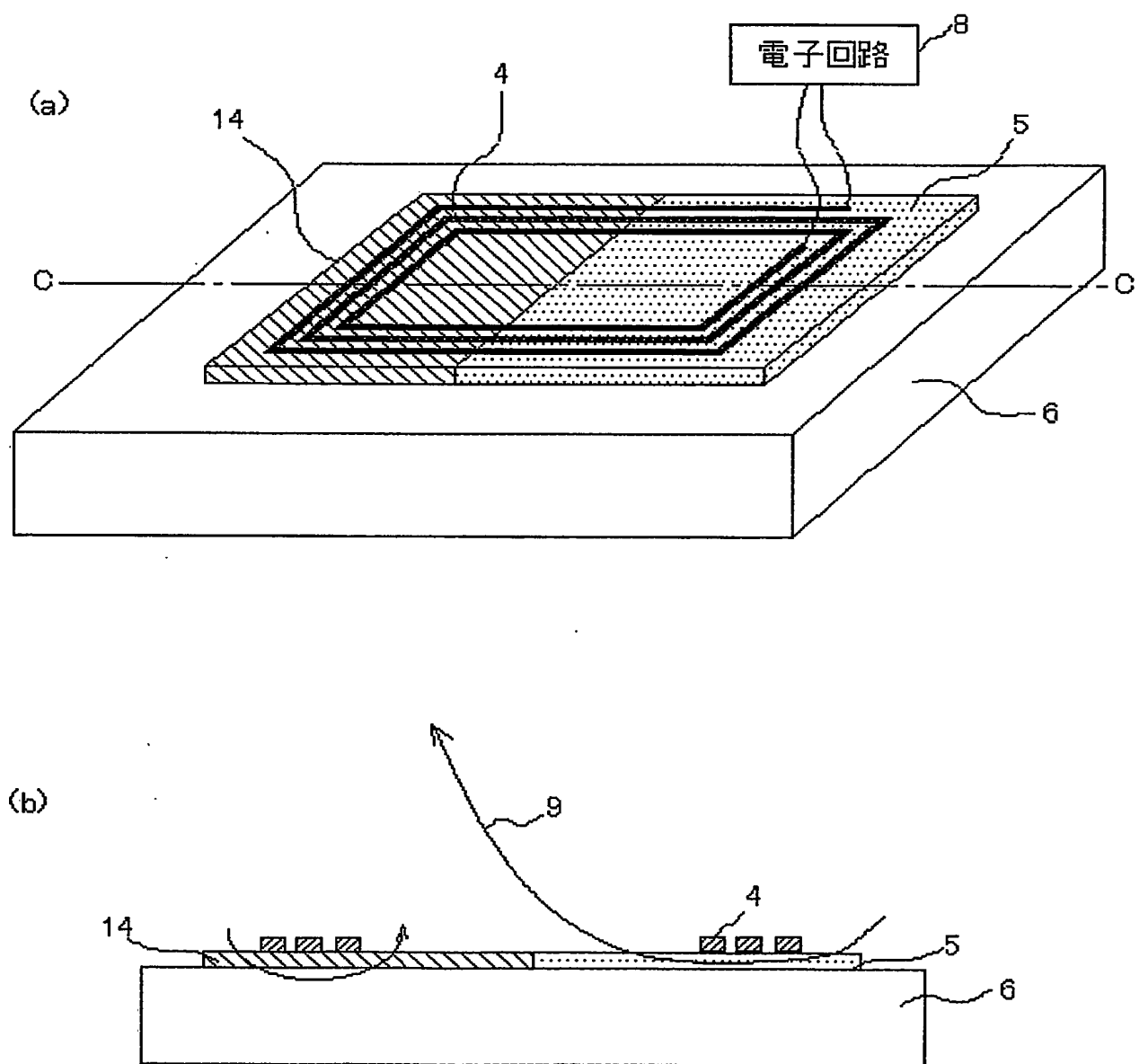
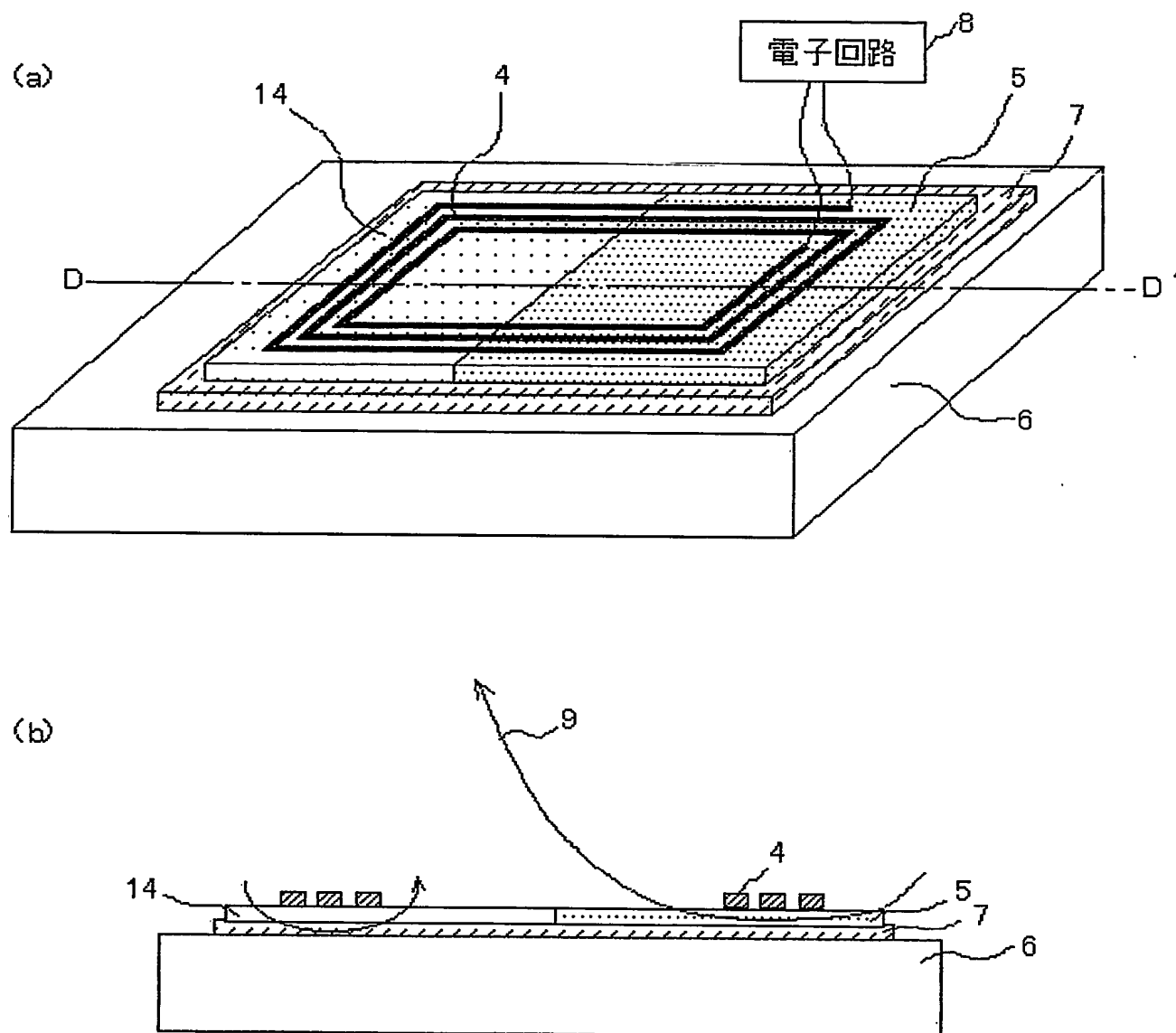


図 8



9/16

図 9

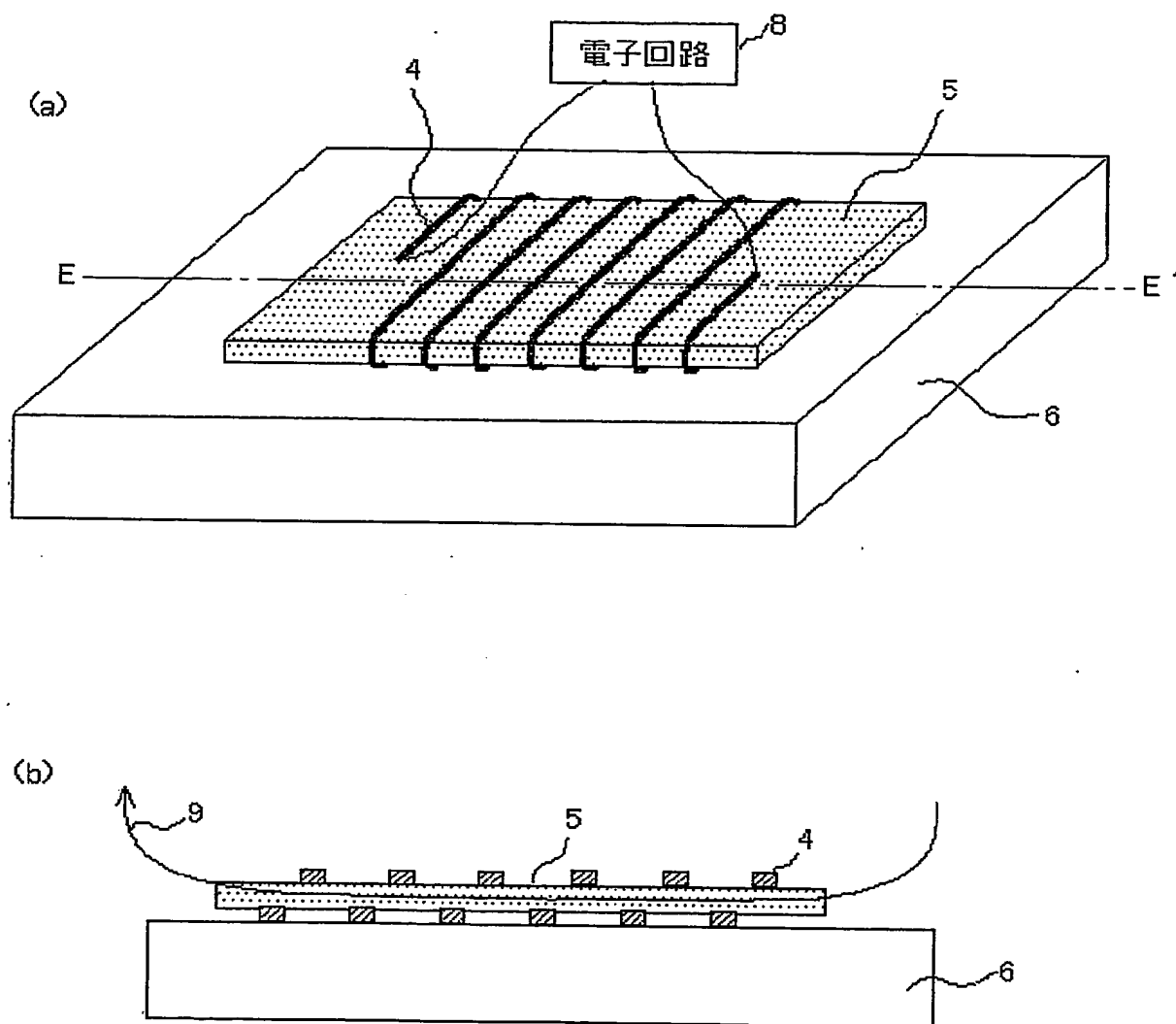


図 1 0

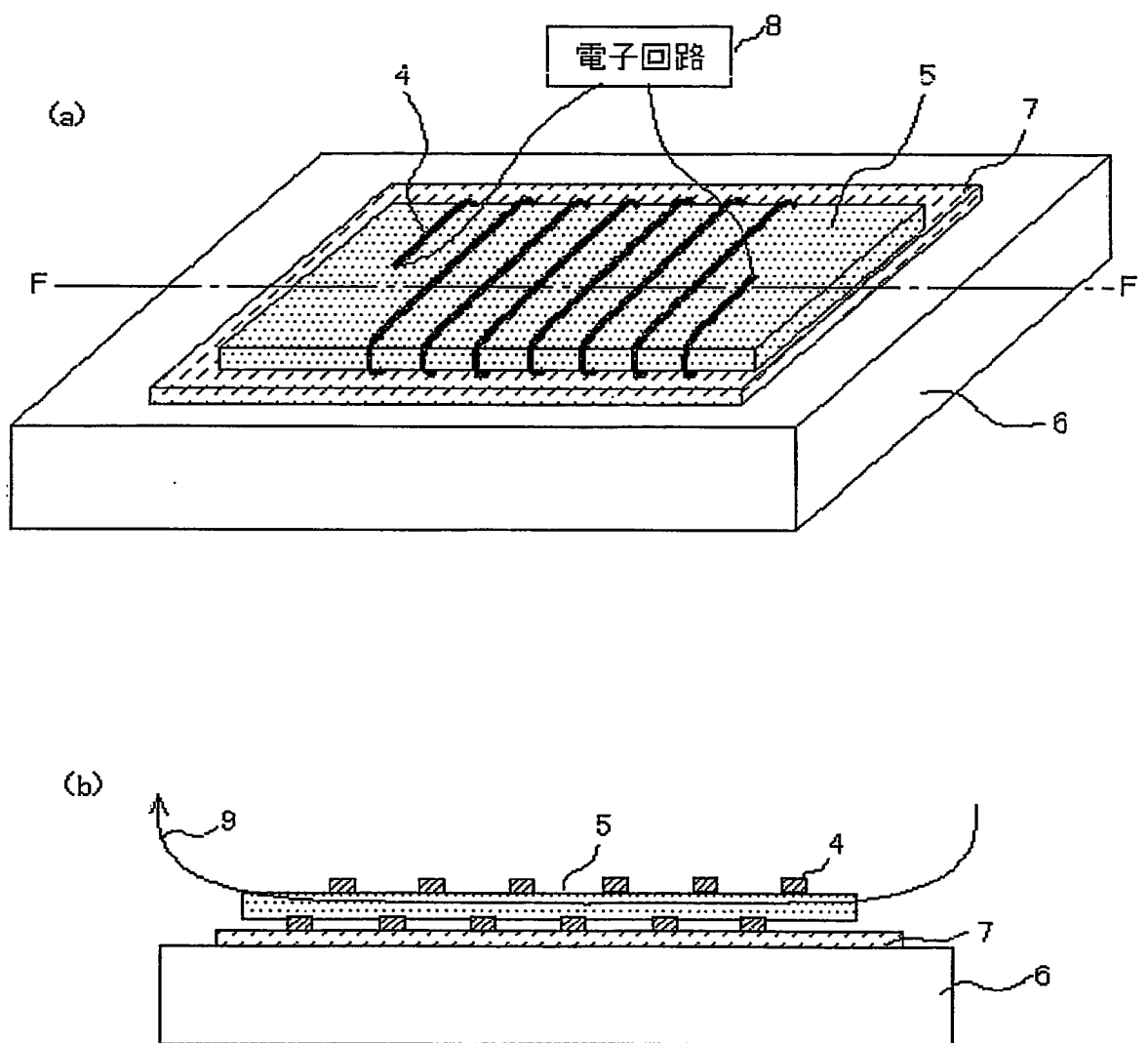
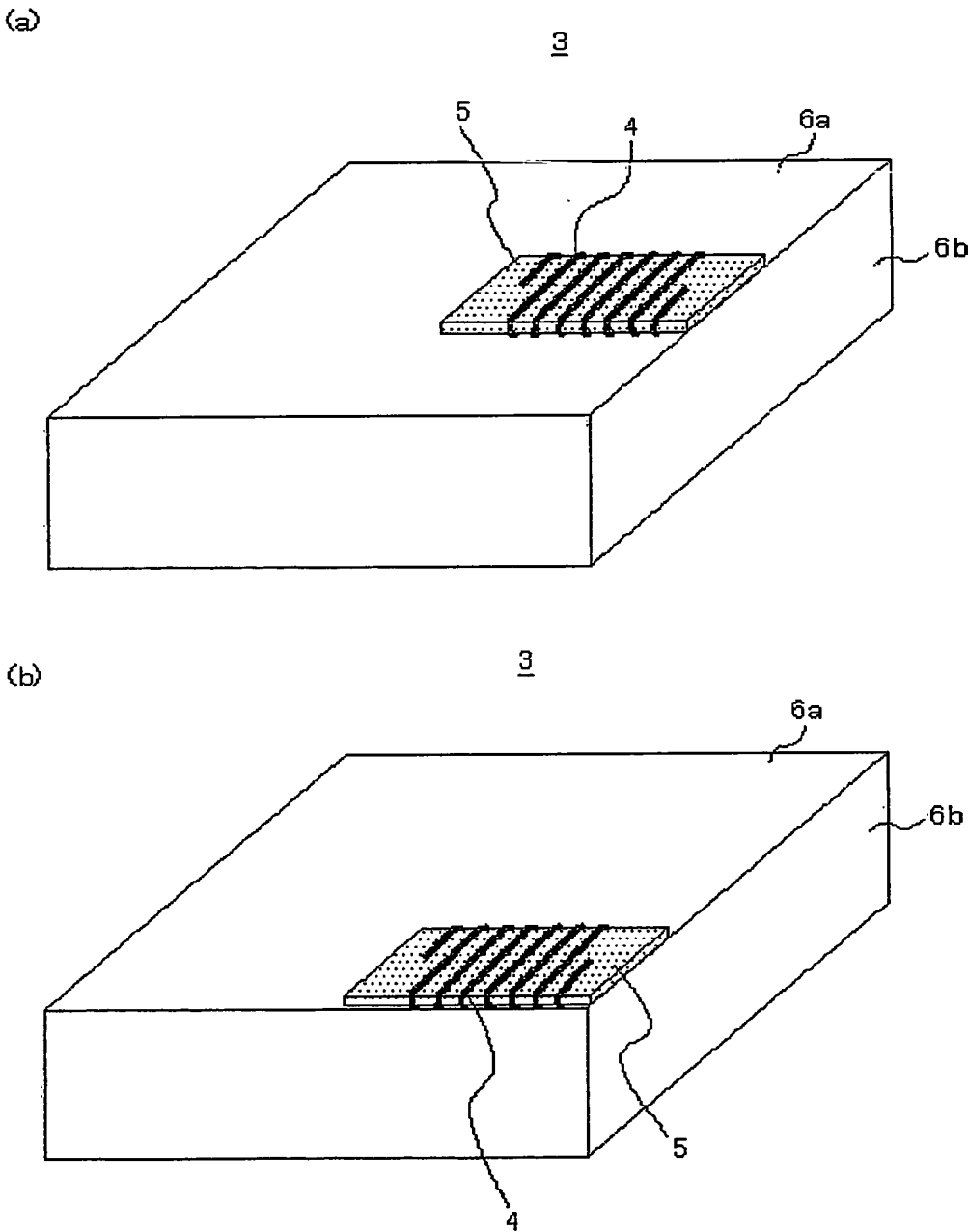


図 1 1



12/16

図 1 2

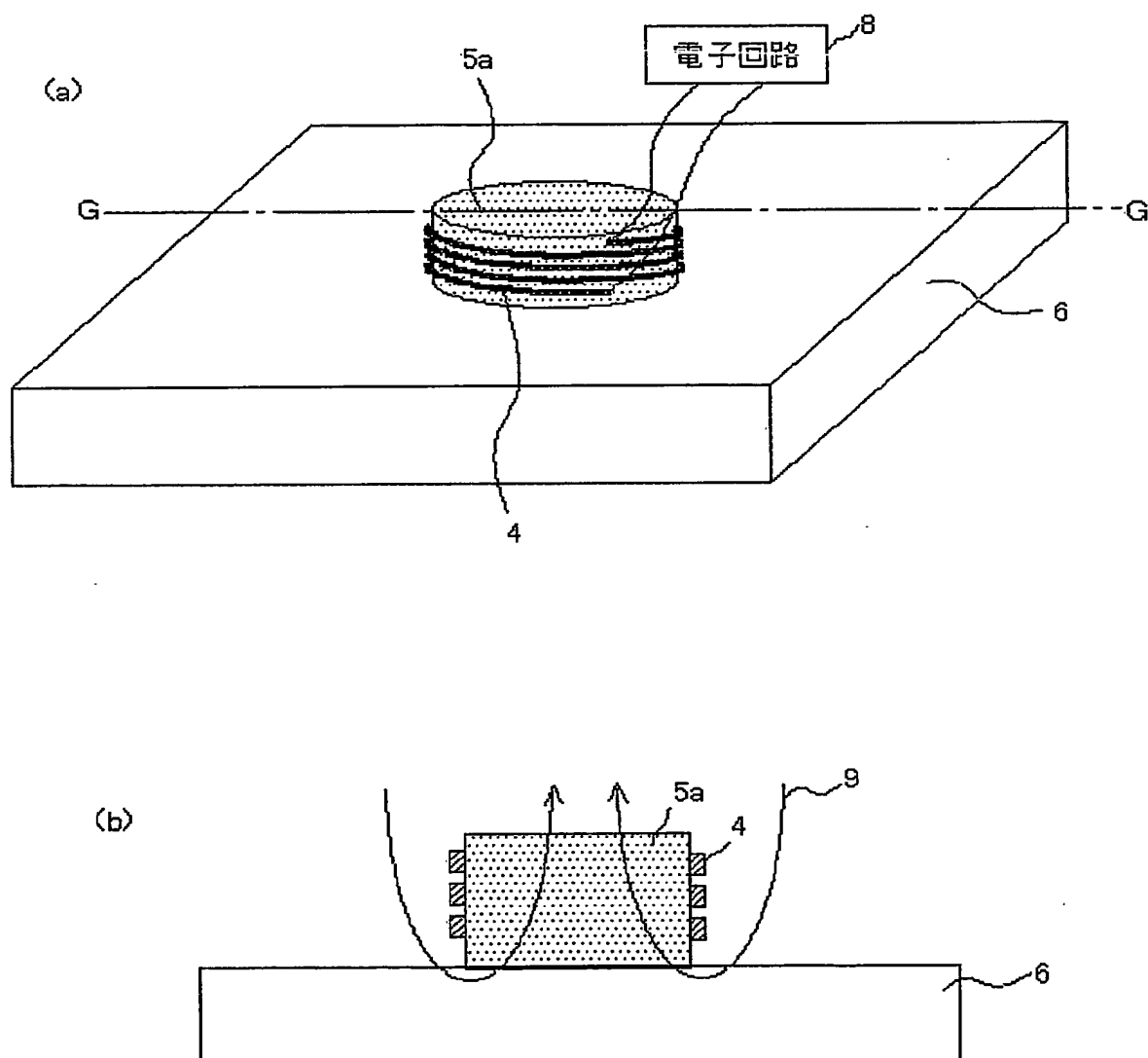


図 1 3

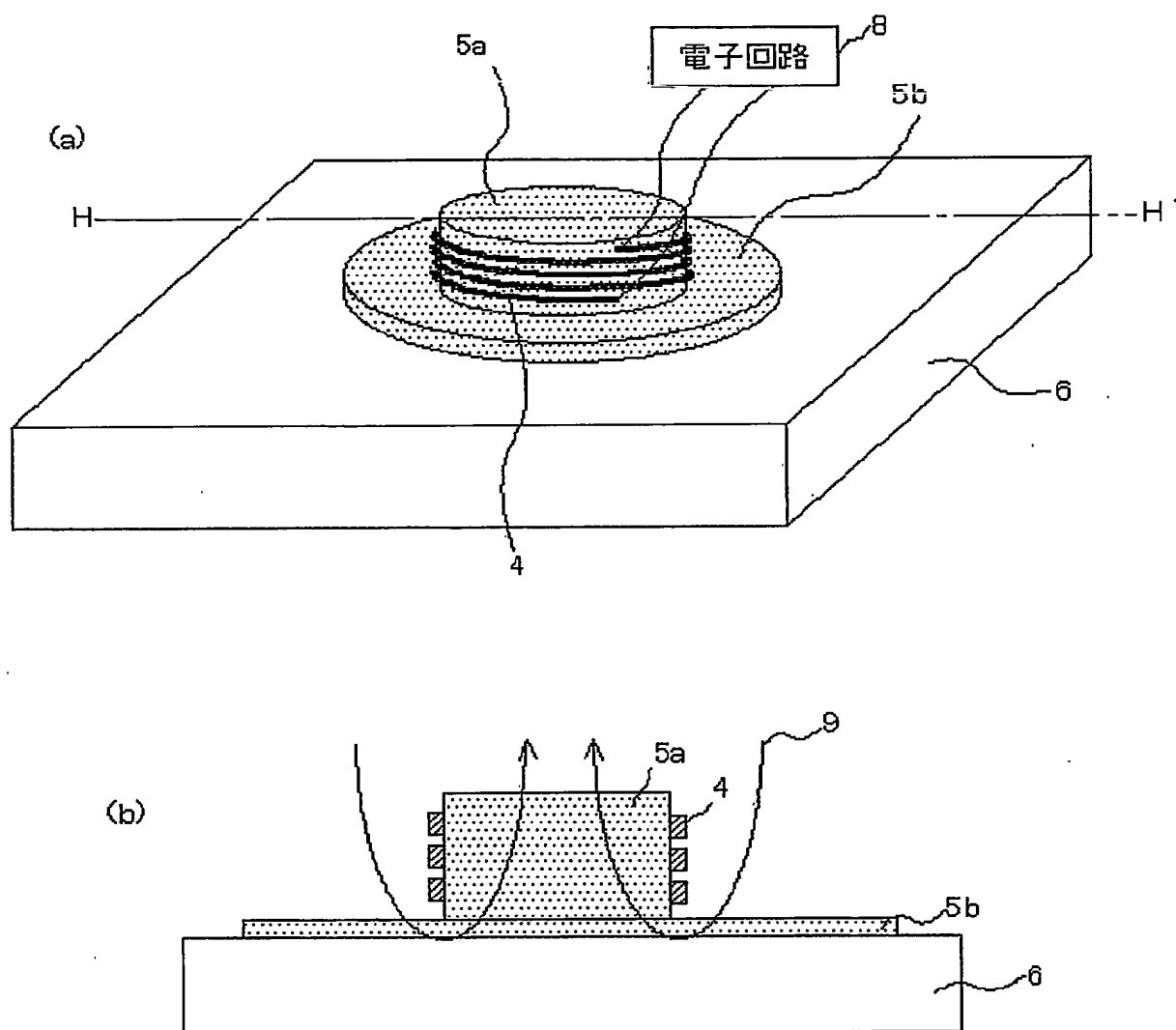


図 1 4

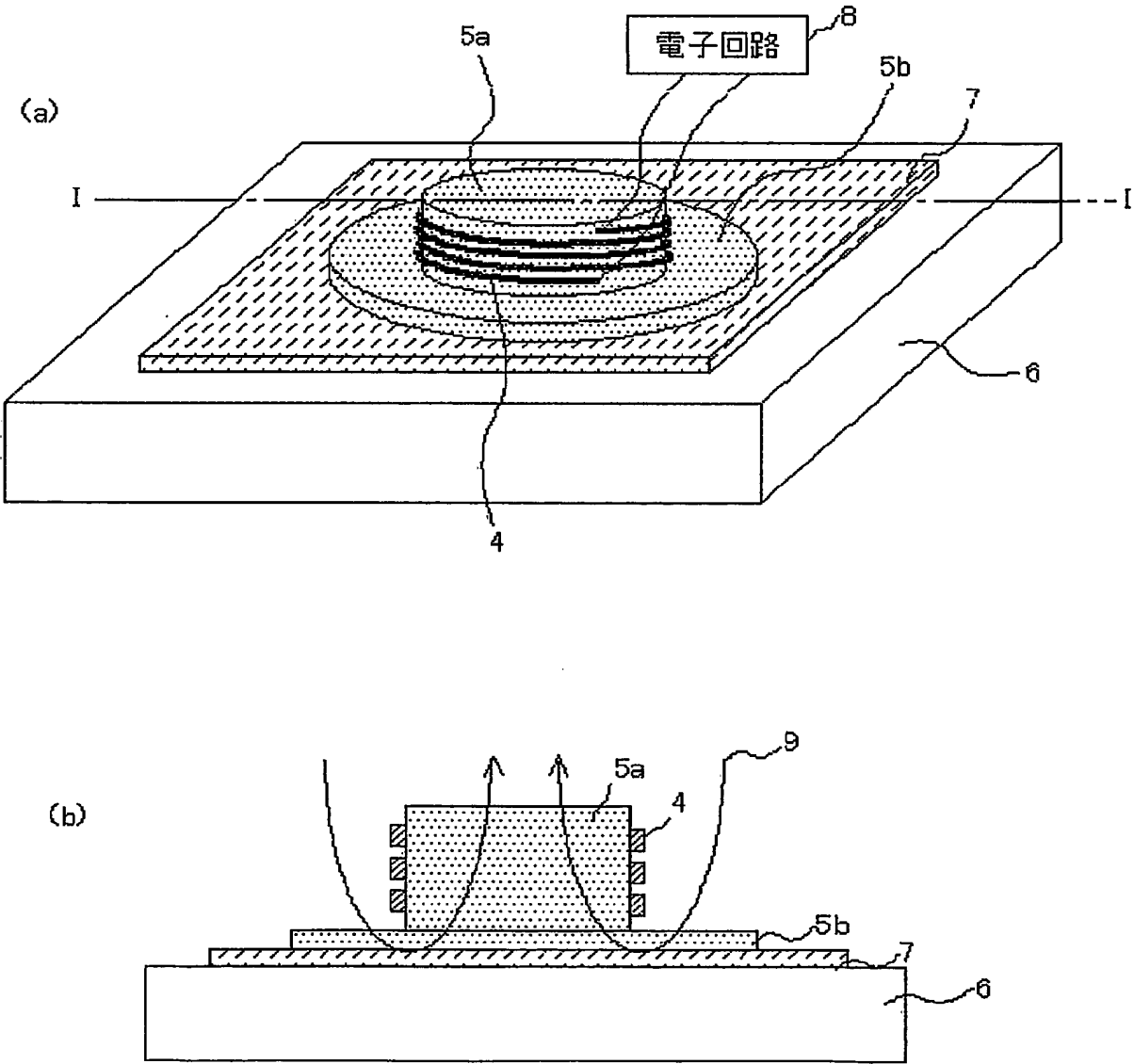


図 1 5

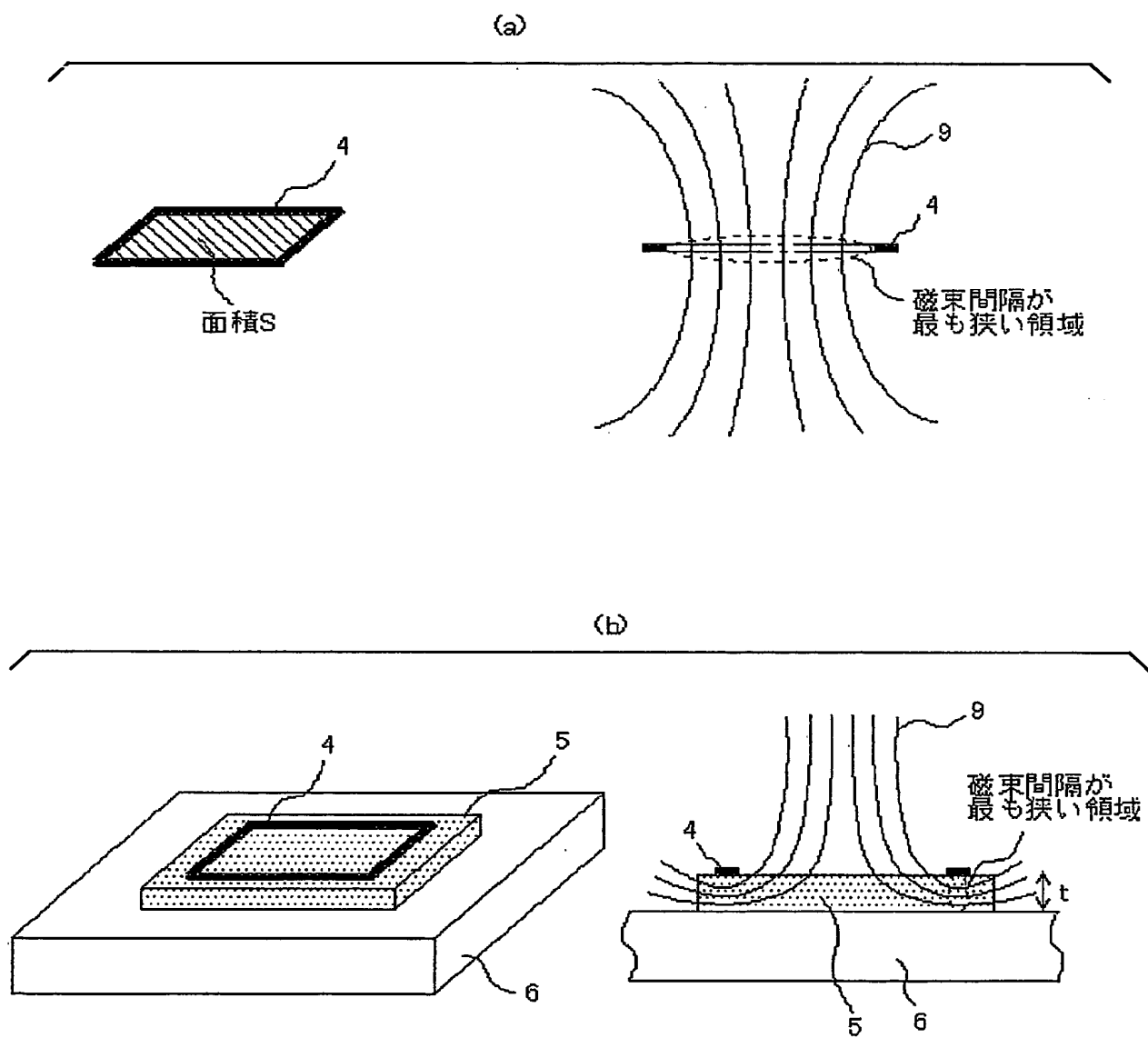
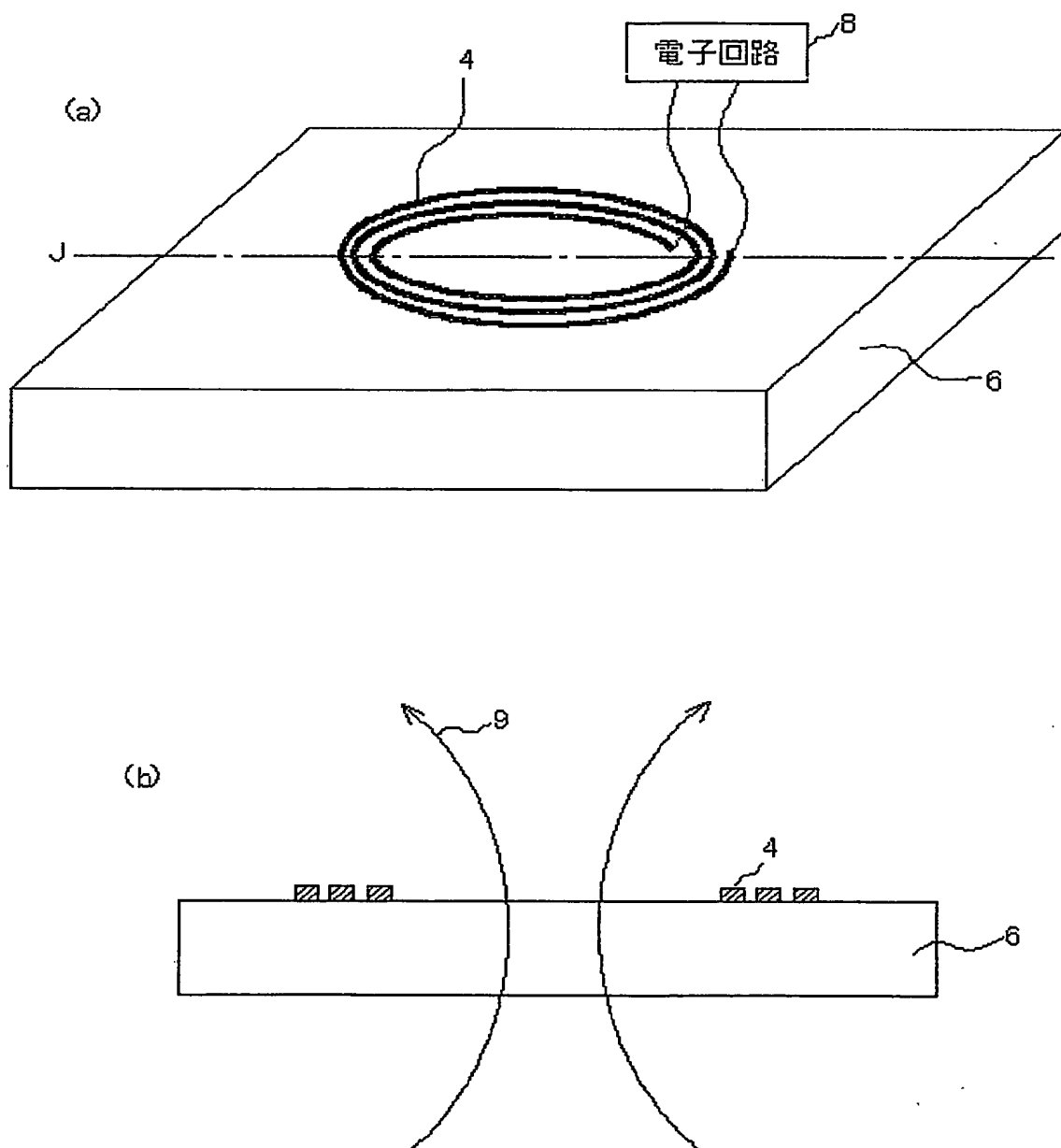


図 1 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PC/P03/00364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01Q1/52

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01Q1/52, G06K17/00, H01F17/04, H01Q1/24, H01Q7/00,
H04B5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 09-284038 A (NHK Spring Co., Ltd.), 31 October, 1997 (31.10.97), Full text; all drawings (Family: none)	1, 7, 8, 16, 19-21 9-15, 17, 18 3
Y		
A		
X	JP 11-332631 A (Mitsubishi Materials Corp.), 07 December, 1999 (07.12.99), Full text; all drawings (Family: none)	2, 4
X	JP 10-107531 A (Toshiba Corp.), 24 April, 1998 (24.04.98), Full text; Fig. 12 (Family: none)	5, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 April, 2003 (03.04.03)

Date of mailing of the international search report

15 April, 2003 (15.04.03)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00364

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-056847 A (Mitsubishi Materials Corp.), 27 February, 2001 (27.02.01), Page 3, right column, lines 1 to 25; all drawings (Family: none)	9-16
Y	EP 0986037 A (Mitsubishi Materials Corp.), 15 March, 2000 (15.03.00), Full text; Fig. 5 & JP 11-339143 A Full text; Fig. 5 & WO 99/49437 A1 & US 6285284 B1	17,18
A	JP 10-162260 A (Mitsubishi Materials Corp.), 19 June, 1998 (19.06.98), Full text; all drawings (Family: none)	11-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00364

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-3, 7-21 are directed to an antenna for a reader/writer wherein a soft magnetic member (5) is interposed between an antenna coil (4) and a metal surface (6) so as to suppress the influence of the eddy current generated in the metal surface (6).

Claims 4, 6 are directed to an antenna for a reader/writer wherein a flat soft magnetic member (5) is disposed generally parallel to a metal surface, an antenna coil (4) is disposed around the soft magnetic member (5) serving as a magnetic core, and the magnetic flux (9) in the antenna coil (4) is made parallel to the metal surface (6).

(continued to extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.]
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.II of continuation of first sheet(1)

Claim 5 is directed to an antenna for a reader/writer wherein an antenna coil (4) is so disposed around a cylindrical soft magnetic member (5a) that the antenna face is generally parallel to the metal surface (6), and the performance of the antenna coil (4) is easily improved by increasing the number of turns of the antenna coil.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01Q1/52

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01Q1/52 G06K17/00 H01F17/04 H01Q1/24
H01Q7/00 H04B5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 09-284038 A (日本発条株式会社) 1997. 1 0. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 7, 8, 16, 19-21
Y		9-15, 17, 18
A		3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.04.03

国際調査報告の発送日

15.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

麻生 哲朗



5T

3141

電話番号 03-3581-1101 内線 3567

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-332631 A (三菱マテリアル株式会社) 1999. 12. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 4
X	JP 10-107531 A (株式会社東芝) 1998. 04. 24, 全文, 第12図 (ファミリーなし)	5, 6
Y	JP 2001-056847 A (三菱マテリアル株式会社) 2001. 02. 27, 第3頁右欄第1行-25行, 全図 (ファミリーなし)	9-16
Y	EP 0986037 A (Mitsubishi Materials Corporation) 2000. 03. 15, 全文, 第5図 & JP 11-339143 A, 全文, 第5図 & WO 99/49437 A1 & US 6285284 B1	17, 18
A	JP 10-162260 A (三菱マテリアル株式会社) 1998. 06. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	11-13

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-3, 7-21は、軟磁性材5をアンテナコイル4と金属面6との間に介在させることにより、金属面6で発生する渦電流の影響を抑制するリーダ/ライタ用アンテナに関するものである。

請求の範囲4, 6は、平板上の軟磁性材5を金属面に略平行に設置し、その軟磁性材5を磁芯としてその周りにアンテナコイル4を旋回し、アンテナコイル4内の磁束9を金属面6と略平行にするリーダ/ライタ用アンテナに関するものである。

請求項5は、アンテナ面が金属面6と略平行となるように、アンテナコイル4を円柱状の軟磁性材5aの周りに巻回し、その巻回の巻き数を多くすることによってアンテナコイル4の性能を容易に向上させるリーダ/ライタ用アンテナに関するものである。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.